

Série: DU.
N° d'Ordre: 39

THESE

Présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de
CLERMONT-FERRAND
pour l'obtention du grade de
Docteur de l'Université
(Mention Sciences Naturelles)

par
Henri GRAS

CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DU BASSIN HOILLER DES CEVENNES (Massif Central français)

Soutenue publiquement le 4 Juillet 1970 devant la commission d'examen

JURY

MM. M. ROQUES	Président
P. LAPADU-HARGUES	Professeur
J. MAISONNEUVE	Professeur
A. BOUROS	Invité



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548424_0005

Série: DU.

N° d'Ordre: 39

THESE

Présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de

CLERMONT-FERRAND

pour l'obtention du grade de

Docteur de l'Université

(Mention Sciences Naturelles)

par

Henri GRAS

CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DU BASSIN HOILLER DES CEVENNES

(Massif Central français)

Soutenue publiquement le

1970 devant la commission d'examen

JURY

MM. M. ROQUES

Président

P. LAPADU-HARGUES

Professeur

J. MAISONNEUVE

Professeur

A. BOUROZ

Invité

THESE

Présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de

CLERMONT-FERRAND

pour l'obtention du grade de

Docteur de l'Université

(Mention Sciences Naturelles)

par

Henri GRAS

CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DU
BASSIN HOUILLES CEVERNES

(Méthode française)



1972 devant la commission d'examen

Soutenue publiquement le

JURY

MM. H. ROGUES	Président
M. LAFAGE-MARQUE	Président
M. MARTEL	Président
M. ROUSSEAU	Président

FACULTE des SCIENCES

Doyen : M. KOHLMULLER

Assesseur : M. CHADEYRAS

Professeurs

M. RAMBAUD René	Chimie
M. BLANC Eugène	Mathématiques pures
M. ROQUES Maurice	Géologie
M. LAPADU-HARGUES	Minéralogie
M. LUTZ Hubert	Biologie Animale
M. RAOULT Gaston	Physique
M. CHAMPAGNAT Paul	Physiologie Végétale
M. DUPLESSIS-KERGOMARD Alain	Chimie
M. AVAN Jean-Louis	Physique Expérimentale
Mme HENNEQUIN Françoise	Mathématiques pures
Mlle BERTHET Ginette	Physique
M. LOISEAU Jean	Botanique
M. COMBE René	Physique
M. de PUYTORAC Pierre	Zoologie
Mme AVAN Madeleine	Physique
Mlle DONDON Marie-Louise	Chimie-Physique
M. DELOST Paul	Physiologie Animale
M. VIALARD André	Chimie
M. KOHLMULLER Robert	Chimie Minérale
M. GUILLAUME Marcel	Algèbre
M. COMBE Jean	Physique
M. HENNEQUIN Paul	Mathématiques Appliquées
M. L'HERITIER Philippe	Génétique
M. VESSIERE Roger	Chimie Organique
M. BAILLAUD Lucien	Botanique
M. BERNARD Maurice	Physique
M. JOYON Louis	Zoologie I.U.T.

PROFESSEURS SANS CHAIRE

M. PETERLONGO Jean-Marc	Géologie
M. BATHIER Marcel	Physique
Mlle DUCHER Suzanne	Chimie
M. FALGAS Maurice	Mathématiques Pures
M. MARTINET Pierre	Chimie
M. MAISONNEUVE Jacques	Géologie
M. CAPESTAN Michel	Chimie
M. LENOIR Marcel	Mathématiques pures
M. THOMAS Jean	Physique
M. ISABELLE Didier	Physique
M. CAUBERE Paul	Chimie
M. ROCHE Jean	Physique I.U.T.
M. SOULAGE René	Géophysique Générale
M. COURDUROUX Jean-Claude	Botanique

MAITRES de CONFERENCES

M. DUFAURE Jean-Pierre	Zoologie
M. BADRIKAN Albert	Mathématiques Appliquées
M. GRAIN Jean	Zoologie
Mme BESSERRE Anne-Marie	Mathématiques Pures
M. JEAN Claude	Physiologie Animale
M. LE THAN PHONG	Mathématiques Pures
M. MIGNOT Jean-Pierre	Zoologie
M. VELLEGEY Georges	Psycho-Physiologie
M. COUSSEINS Jean-Claude	Chimie
M. LEMAIRE Jacques	Chimie
M. CHADEYRAS Marcel	Mathématiques Pures
M. BOILLAT Guy	Mathématiques Pures
M. CADORET Robert	Physique
M. LE MEN Jean-François	Physique
M. GAGNY Claude	Géologie
M. GUILLOT Albert	Biologie Appliquée - I.U.T.
M. NIGOND	Agronomie - I.U.T.

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

M. COFFI N'KETSIA Barben Jean	Mathématiques Pures
M. AUSLENDER Alfred	Mathématiques appliquées
M. FANGUIN René	Physique - I.U.T.
M. LETAC	Informatique - I.U.T.

ATTACHEE PRINCIPALE

Mme CHOPART Marie-Louise

AVANT PROPOS

C'est tout d'abord la mémoire du pionnier, Cyrille Grand'Eury, que je voudrais honorer. Ce génial et persévérant observateur a consacré plusieurs années de sa vie à l'étude du bassin houiller du Gard. Ses observations, notamment celles qui concernent la paléobotanique, gardent une grande valeur de référence et demeureront un modèle magistral.

J'évoquerai aussi le souvenir de P. Bertrand et de G. Livet dont les travaux ont constitué une étape décisive dans la connaissance du bassin.

Mon premier hommage est dû à Monsieur A. Bouroz, Chef du Service Géologie Gisement des Charbonnages de France. Sans la confiance qu'il m'a accordée, la collaboration qu'il a permise, l'aide et les encouragements qu'il m'a prodigués, cette thèse n'aurait pas vu le jour.

J'associe dans un même sentiment de vive gratitude Messieurs L. Bougnères et P. Vetter, Ingénieurs géologues aux Charbonnages de France. Tous deux m'ont apporté de précieux conseils, assortis d'une aide déterminante pour la réalisation pratique de ce travail.

J'exprime à Monsieur le Professeur M. Roques mon sentiment de profonde et respectueuse reconnaissance pour l'accueil qu'il m'a réservé à l'Université de Clermont-Ferrand, ainsi que pour la confiance qu'il n'a cessé de m'accorder pendant près de trois années.

Messieurs les Professeurs P. Lapadu-Hargues et J. Maisonneuve m'ont fait l'honneur de participer au jury de cette thèse. Qu'ils me permettent de les en remercier très vivement.

Je dois un sentiment de particulière gratitude à Messieurs O. de la Garanderie, Directeur des Houillères des Cévennes et J. Aucouturier, Ingénieur en chef des Travaux du Fond, qui ont accepté la publication de cet ouvrage et facilité sa réalisation.

J'exprime ma reconnaissance aux géomètres de mon service qui ont collaboré au dessin des clichés originaux et à la confection des exemplaires ronéotés.

Je remercie tous ceux, qu'il serait trop long de nommer ici, auxquels je dois une aide aux différents stades d'élaboration de ce travail.

Je voudrais enfin rendre hommage aux nombreux et anonymes mineurs qui, par leur sueur et parfois hélas par leur sang, ont écrit un chapitre vigoureux et inoubliable de l'histoire cévenole. Ces hommes ont, sans le savoir, contribué à rendre possible l'étude profonde et détaillée du gisement.

"Comprendre la nature, c'est peut être un peu se tromper, car c'est s'en représenter des images simples alors que la vérité est faite d'insaisissables nuances".

P. PRUVOST (1930)

INTRODUCTION

La présente brochure n'est qu'un résumé succinct et sans doute très incomplet de mon ouvrage consacré à la géologie du bassin houiller des Cévennes⁽¹⁾.

Les circonstances m'ont amené à soutenir la thèse dont il fait l'objet sans publier le texte intégral. Toutefois, plusieurs exemplaires ronéotés complets sont déposés dans certains établissements d'enseignement ou services publics dont la liste est donnée en annexe, afin d'être mis à la disposition des personnes intéressées.

Depuis les travaux de G. Livet (1943) et de J. Louis (1952), l'étude d'ensemble du Houiller des Cévennes n'a fait pratiquement l'objet d'aucune publication. Je me suis donc fixé le double objectif de consigner les observations nouvelles et de confronter celles-ci avec les données et les interprétations antérieures.

Mes activités au Service géologique du bassin m'ont permis, au cours de douze années, de participer à plusieurs campagnes de sondages au fond et au jour, de suivre la reconnaissance et la mise en exploitation de nouveaux gisements souterrains ou en découverte, d'effectuer maints levés géologiques de surface. Les renseignements ainsi rassemblés, notamment depuis 1964, sous l'impulsion du Service Géologie-Gisement des Charbonnages de France et en étroite collaboration avec lui, aboutissent à des acquisitions intéressantes dans les domaines essentiels de la Stratigraphie et de la connaissance structurale.

J'ai tenté de conduire ce travail de façon homogène, sans laisser dans l'ombre telle partie du gisement moins connue ou plus anciennement exploitée, espérant dégager une interprétation géologique à l'échelle du bassin susceptible de se vérifier dans le détail.

L'importance stratigraphique locale du Stéphanien et la complexité de la tectonique tangentielle qui l'affecte, constituent deux centres majeurs d'intérêt de cette région des Cévennes aux affleurements si variés.

(1) Intitulé : "Etude géologique détaillée du Bassin houiller des Cévennes (Massif Central français)".

I - Le Cadre géologique (fig.1)

Situé sur la bordure Sud-Est du Massif Central, non loin du Mont Lozère (1702m), le bassin houiller des Cévennes s'étend, pour sa partie accessible à l'exploitation, de la latitude de Banne (Ardèche) à celle d'Alès (Gard).

Cinq cours d'eau, de direction générale NW-SE, le recoupent. Ce sont, du Nord au Sud : La Gagnière, La Cèze, l'Auzonnet, l'Avène et le Gardon. Les agglomérations principales situées dans le périmètre du bassin sont, par ordre d'importance : Alès, La Grand'Combe, Bessèges et Saint-Ambroix.

Les exploitations charbonnières se limitent actuellement à quatre sièges groupés dans la partie centrale du bassin :

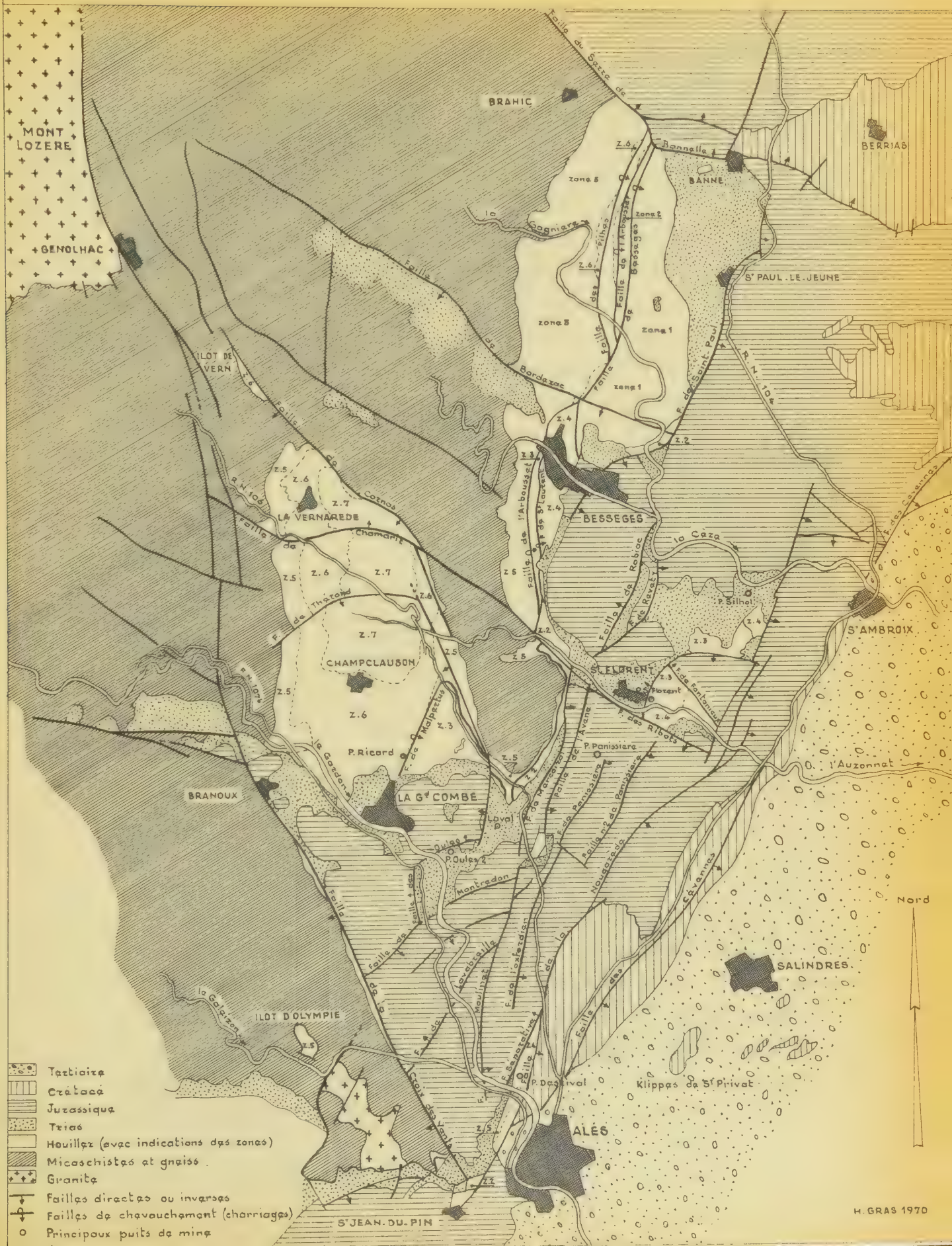
- Panissière, entre les vallées de l'Avène et de l'Auzonnet, avec le puits d'extraction de Saint-Florent;
- Ricard, au Nord immédiat de La Grand'Combe;
- Les Dules, au Sud-Est de La Grand'Combe, sous la vallée du Gardon;
- Lavabreille, au Nord d'Alès, avec le puits d'extraction de Destival.

Des mines à ciel ouvert (Découvertes) sont épisodiquement mises en exploitation à Mercoirol (4 km à l'Est de La Grand'Combe).

1. Le Socle n'a pas été daté avec précision. Il comprend essentiellement des micaschistes et des gneiss, puissantes séries d'origine "vraisemblablement Cambro-Ordovicienne et peut être briovérienne"⁽¹⁾ métamorphisées antérieurement aux premières manifestations de l'orogénèse hercynienne. Des venues intrusives postérieures au métamorphisme général ont pénétré les formations cristallophylliennes : massifs granitiques du Lozère, du Saint-Guiral-Liron, du Montcalm et nombreux filons de granulites, microgranites, rhyolites, ker-santites, trachy-andésites etc ...

Dans la région de Drulhes, des travaux miniers profonds ont permis de mettre en évidence, d'une part, au sein des micaschistes, des filons de rhyolites ne se prolongeant pas dans le terrain houiller surincombant, d'autre part des galets très arrondis de rhyolites inclus dans les conglomérats de base du Houiller. Ces observations tendent à confirmer l'appartenance au Socle des diverses intrusions et constituent un élément de datation.

(1) Selon la notice de la Carte géologique de la France - feuille d'Alès n°209 (3ème édition).

CARTE GEOLOGIQUE SUCCINCTE au 1/160.000^e

Une seule exception connue : "La Barre des Lumières", filon intrusif métrique et subvertical, qui recoupe, sur plus de trois kilomètres de longueur, les séries houillères au Nord de Champclauson.

La topographie du socle, résultat de plusieurs phases tectoniques, notamment des grandes fractures hercyniennes qui ont précédé les premiers dépôts stéphanien, ainsi qu'^{de} l'érosion combinée, peut être schématisée à grands traits (fig. 2) :

- De La Vernarède à Cendras, une dépression allongée, d'axe sensiblement Nord-Sud, dont le point bas doit se trouver aux environs de -1200 à l'aplomb de Champclauson, constitue la cuvette de Grand'Combe.

- Le relèvement oriental de celle-ci, actuellement mi-superficiel, mi-souterrain forme un promontoire aux flancs pentés désigné sous le nom de Rouvergue. Ce haut-fond a une grande importance géologique tant aux points de vue sédimentologique que tectonique.

- Sur le flanc Est du Rouvergue, de Cendras à Brahic, le socle s'ennoie progressivement vers l'Est, probablement à très grande profondeur. On ne connaît ni le point bas, ni le relèvement en direction de la vallée du Rhône, ou au-delà, de l'importante dépression ainsi formée, désignée sous le nom de cuvette d'Alès. En fait, seule sa bordure occidentale est accessible à l'observation. A l'aplomb des exploitations minières, le socle a été atteint en plusieurs points par sondages, travers-bancs ou puits. Sa topographie de détail révèle un relief parfois accidenté et l'existence de nombreuses dépressions secondaires soit refermées, soit en sillon.

2. Le Houiller, d'âge stéphanien, affleure pratiquement tout au long de la ligne de contact superficiel entre le socle et les formations sédimentaires plus récentes, surtout au Nord de La Grand'Combe et de Bessèges.

Les sédiments carbonifères, transgressifs de Sud-Est à Nord-Ouest sont généralement autochtones en bordure de la cuvette d'Alès entre les Pilhes et le Martinet ainsi que dans la cuvette de Grand'Combe à laquelle se rattachent les îlots houillers de Vern et Olympie, isolés par érosion.

A l'Est d'une ligne brisée : les Pilhes-Bessèges - Le Martinet-Cendras, la quasi totalité du Stéphanien est charriée. De complexes chevauchements en écaillés, dus à la tectonique hercynienne tardive, superposant des assises anciennes à d'autres, plus récentes. Il en résulte de nombreuses déformations : cisaillements, étirements, apophyses, rebroussements, laminages.

230 000

220 000

210.000

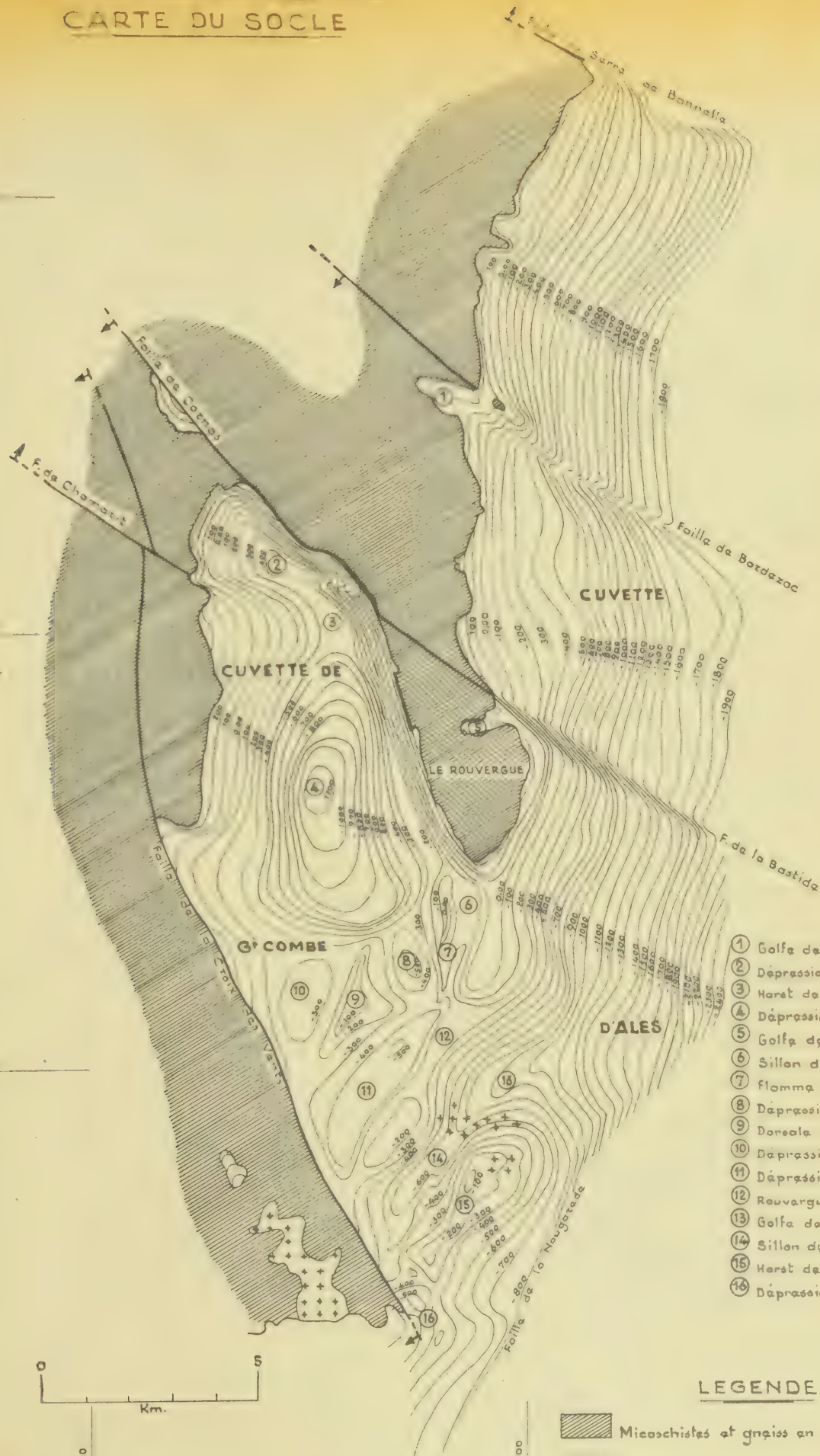
H. GRAS 1970

730.000

720.000

750.000

Nord



LEGENDE



Micaschistes et gneiss en affleurement



Roches intrusives

- ① Golfe de Bordazac
- ② Dépression de la Varnarède
- ③ Harst de Portes
- ④ Dépression de Ricard
- ⑤ Golfe de Crouzoul
- ⑥ Sillon de Laval
- ⑦ Flamme des Micaschistes
- ⑧ Dépression des Oulès
- ⑨ Dorsale d'Argentan
- ⑩ Dépression de Pallières
- ⑪ Dépression des Serres
- ⑫ Rouvergue souterrain
- ⑬ Golfe de Drulhes
- ⑭ Sillon de Drulhes
- ⑮ Harst de Fontonges
- ⑯ Dépression de Rochabailly

Le terrain houiller des Cévennes a été divisé par P. Bertrand (1920) en sept zones stratigraphiques différenciées par leurs caractères paléontologiques et pétrographiques. Ces divisions restent, globalement, valables aujourd'hui.

Les zones 1, 2, 3 et 4, situées à la base, possèdent une flore rappelant celle de Rive-de-Gier et paraissent correspondre au Stéphanien inférieur. Les zones 5, 6 et 7, à flore de St-Etienne, constituent les formations supérieures, et se rattachent au Stéphanien moyen.

La puissance moyenne totale du terrain houiller, reconstitué en succession normale, représente plus de 5000 m de sédiments. Les limites et les prolongements connus du bassin sont les suivants :

- A l'Ouest : De Brahic à Branoux, le contact sinueux du socle affleurant avec les sédiments stéphanien transgressifs, comporte partout des conglomérats ou des brèches de base plus ou moins épars.

De Branoux à St-Jean-du-Pin, la limite, sensiblement rectiligne, est constituée par une importante faille du socle, plusieurs fois remise en mouvement : "la dislocation regordane"⁽¹⁾, qui se prolonge en direction de Génolhac et de Villefort, séparant et rejetant l'un par rapport à l'autre les massifs granitiques du Lozère et de la Borne. Dans sa partie bordière du bassin houiller, l'accident est nommé faille de la Croix-des-Vents.

- Au Nord : entre Brahic et Banne, le complexe failleux d'effondrement du Serre de Bannelle interrompt le Houiller qu'il met au contact avec les séries calcaires du Jurassique supérieur pour le rejeter à grande profondeur sous la plaine de Berrias.

- A l'Est : les formations stéphanien s'ennoient progressivement, comme le socle. Les sondages pétroliers de Vallon (1958) et de St-Victor (1951), respectivement situés 40 km et 16 km au N.E. d'Alès les ont rencontrées, le premier à -2 421, le second à -1 568.

- La limite pratique d'observation et d'accessibilité du terrain houiller est constituée par la grande faille des Cévennes, effondrement à pied Est, qui borde la fosse tertiaire d'Alès selon une ligne Alès-St-Ambroix.

(1) Du nom d'une ancienne voie romaine encore visible à Portes (Gard).

L'accident est plus connu sous le nom de "faille de Villefort".

- Au Sud : seule, une étroite bande de Houiller fortement tectonisé, qui affleure au "Bois commun" (Ouest d'Alès), subsiste entre la bordure métamorphique et la faille des Cévennes, avant de s'envoyer, en s'élargissant, vers le Sud. Les sondages de Chaudebois (1950), Alzon (1922) et Valz (1946) l'ont touchée respectivement à -57, -137 et -200, tandis que le sondage R.A.P. de Lédignan (1965), situé 18 km au Sud d'Alès, l'a rencontrée à -3 123.

Il apparaît donc que, mise à part la bordure occidentale, nettement dessinée par le contact Houiller-cristallophyllien, l'extension réelle du bassin est imprécise et que les limites adoptées pour cette étude sont celles imposées à l'observation classique et aux exploitations minières.

3. La Couverture est l'ensemble des formations sédimentaires postérieures au Houiller qui viennent recouvrir celui-ci, à l'Est d'une ligne La Grand'Combe St-Paul-le-Jeune. Elle est constituée par les étages suivants :

- Trias à faciès lagunaire ou gréseux, de type germanique, avec Keuper, Muschelkalk et conglomérats arkosiques de base généralement bien tranchés. (puissance totale variable de 30 à 300 m).

- Lias à Rhétien douteux, Hettangien dolomitique et caverneux atteignant 120 m de puissance (principal réservoir aquifère de la région), Sinémurien (50 à 70 m), Charmouthien (200 m), Toarcien réduit à quelques mètres de "schistes carton" quand il existe, Aalénien discontinu ne dépassant jamais une quarantaine de mètres.

- Dogger très réduit (Bajocien avec calcaire à entroques et Bathonien marneux).

- Malm marneux à la base (Callovien - Argovien) puis surtout calcaire (Rauracien, Séquanien, Kimméridgien et Portlandien) à nombreuses formations sublithographiques, sièges d'un karst intense et typique (bois de Païolive).

- Crétacé (Berriasien, Valanginien, Hauterivien et Urgonien) surtout développé dans l'étroit caisson compris entre la faille de La Nougarède et la faille des Cévennes.

- Tertiaire, pratiquement limité à la fosse d'Alès, et comprenant des formations allant de l'Eocène inférieur à l'Oligocène supérieur.

Remarque : La présence du Permien n'a jamais été décalée dans les Cévennes.

II - Eléments paléontologiques du Houiller.

La flore du bassin houiller des Cévennes est abondante et variée; la faune relativement rare, ne comprend qu'un petit nombre d'espèces. Grand'Eury (1890) a décrit et représenté un important matériel paléontologique; Zeiller (1878-1884), P.Bertrand (1927) et G.Livet (1943) ont aussi figuré quelques espèces. Par ailleurs, de nombreuses listes de fossiles ont été établies. Les unes ont fait l'objet de publications, les autres sont restées inédites.

La révision d'ensemble de la flore, apparue indispensable, vient d'être commencée. Ses premiers résultats, encore fragmentaires, modifient quelque peu les listes de compilation obtenues en rassemblant les déterminations antérieures.

A la suite des récents travaux de plusieurs paléobotanistes : C.Ledran (1966), R.H.Wagner (1967-1970), J.P.Laveine (1970), P.Vetter (1969-1970) divers problèmes se sont trouvés posés. Il apparaît ainsi que :

Alethopteris grandini Brongniart n'existe pas dans les Cévennes. La plupart des échantillons désignés antérieurement sous ce nom doivent être rapportés à Alethopteris zeilleri Ragot (Wagner).

Alethopteris aquilina Brongniart cité par Grand'Eury (1890) correspond en fait à Alethopteris bohémica Franke.

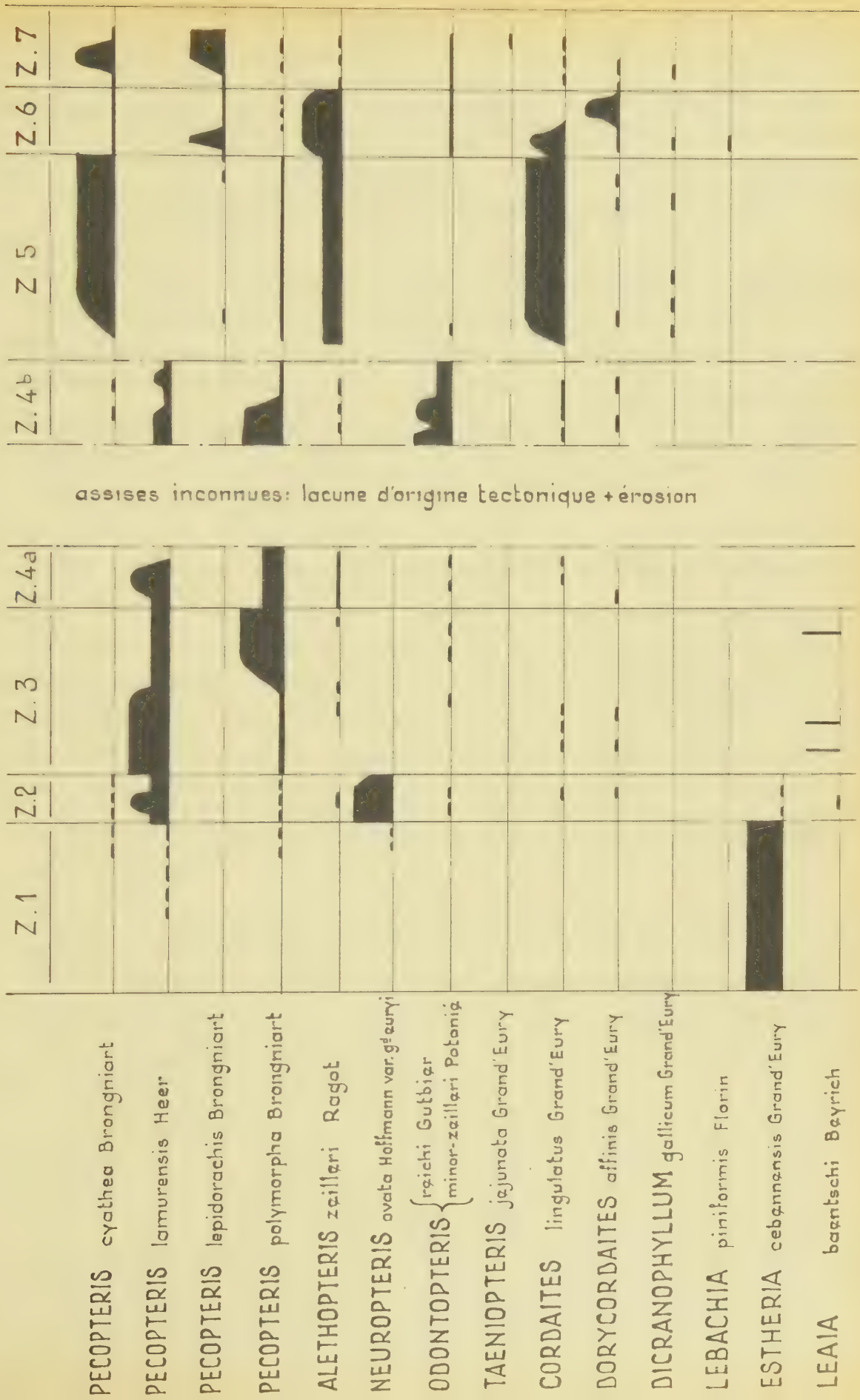
Mixoneura flexuosa Grand'Eury est en réalité Neuropteris ovata Hoffmann var. grand'euryi.

Par ailleurs, de nouvelles espèces végétales fossiles ont été citées et tout porte à croire qu'il reste beaucoup à faire dans l'étude des Pecopteris et des Odontopteris notamment.

Les listes complètes ne peuvent trouver place ici. Je me bornerai seulement à résumer l'essentiel.

Certaines espèces présentent une importance stratigraphique majeure en raison soit de leur apparition, soit de leur éphémère abondance, soit de leur brusque disparition. Ces particularités, considérées isolément ou mieux en association, permettent de définir les caractères paléontologiques saillants des sept zones du Stéphanien des Cévennes. La répartition d'une quinzaine d'espèces guides choisies parmi les plus significatives, peut être résumée de la façon suivante (fig. 3) :

REPARTITION DES ESPECES GUIDES PAR ZONE STRATIGRAPHIQUE DU STEPHANIEN



(l'écartement des traits verticaux limitant chaque zone est proportionnel à la puissance moyenne de celle-ci)

Zone 1 : Abondance d'Estheria cebennensis Grand'Eury dans la quasi totalité des horizons schisteux. Ce crustacé est pratiquement spécifique de la zone 1. Seuls, quelques individus ont été trouvés plus haut, dans de minces niveaux à faune de la zone 2. Quatre espèces végétales apparaissent, notamment à la partie supérieure de la zone 1 : Pecopteris cyathea Brongniart, Pecopteris lamurensis Heer et Pecopteris polymorpha Brongniart, Neuropteris ovata Hoffmann var. grand'euryi.

Zone 2 : Abondance simultanée de Neuropteris ovata Hoffmann var. grand'euryi et de Pecopteris lamurensis Heer. Neuropteris ovata s'éteint subitement et de façon définitive avec la zone 2. Cinq espèces guides apparaissent au sein de la formation mais restent rares et épisodiques : Alethopteris zeilleri Ragot, Odontopteris reichi Gutbier, Cordaites lingulatus Grand'Eury, Dorycordaites affinis Grand'Eury et Leaia baentschi Beyrich (petit crustacé à carènes saillantes, par minces niveaux).

Zone 3 : Abondance de Pecopteris lamurensis Heer dans toute la moitié inférieure de la formation. L'espèce demeure courante ensuite. Pecopteris polymorpha Brongniart est rare, mais partout présent dans la moitié inférieure de la zone 3. Il connaît ensuite un brusque développement et demeure abondant. Nombreux Leaia baentschi Beyrich localisés dans quelques minces niveaux schisteux. L'espèce disparaît avec la zone 3. Présence épisodique simultanée, toujours en petit nombre, de Cordaites lingulatus Grand'Eury et Dorycordaites dans la moitié inférieure de la zone 3, d'Alethopteris zeilleri Ragot et Odontopteris reichi Gutbier au-dessus.

Zone 4a : Pecopteris lamurensis Heer est courant, puis abondant et connaît un brusque déclin au sommet de la formation. Pecopteris polymorpha Brongniart est courant. La zone 4a se distingue de la zone 3 par la présence continue, en petit nombre, d'Alethopteris zeilleri Ragot.

Zone 4b : Présence simultanée de Pecopteris lamurensis Heer, Pecopteris polymorpha Brongniart, Odontopteris reichi Gutbier et Odontopteris minor-zeilleri Potonié, tous quatre courants ou abondants, en particulier dans la moitié inférieure de la formation. P.lamurensis disparaît définitivement au toit de la 6ème couche des Oules qui constitue la limite supérieure de la zone 4b. On n'en retrouve plus trace dans les séries surincombantes qui sont continues. Alethopteris zeilleri Ragot rare et épisodique, est très faiblement représenté. Dans aucune autre zone, les Odontopteris ne sont, par contre, aussi fréquents.

Zone 5 : Deux espèces sont particulièrement abondantes sur l'ensemble de la formation (horizons conglomératiques de base mis à part); ce sont : Pecopteris cyathea Brongniart et Cordaites lingulatus Grand'Eury. On les trouve généralement en association avec Alethopteris zeilleri Ragot, très courant. Il faut aussi noter la présence, en petit nombre mais à tous les niveaux, de Pecopteris polymorpha Brongniart. Apparition de Dicranophyllum gallicum Grand'Eury.

Zone 6 : Abondance d'Alethopteris zeilleri Ragot, qui connaît son apogée, sur l'ensemble de la formation. Il coexiste à certains niveaux avec Alethopteris bohémica Franke. Deux espèces abondent aussi simultanément, mais dans la seule moitié inférieure de la zone 6 : Pecopteris lepidorachis Brongniart et Cordaites lingulatus Grand'Eury. Elles subsistent ensuite sans interruption, mais rares. Pecopteris polymorpha Brongniart apparaît encore, peu fréquent et épisodique. Odontopteris reichi Gutbier est présent, ainsi que Dorycordaites affinis Grand'Eury qui présente un maximum de développement dans la moitié supérieure de la zone 6. Apparition de Lebachia piniformis (Schlotheim) Florin.

Zone 7 : Deux espèces, souvent confondues, abondent : Pecopteris cyathea Brongniart et Pecopteris lepidorachis Brongniart⁽¹⁾. Odontopteris reichi Gutbier est partout présent mais rare. Enfin, Taeniopteris jejuna Grand'Eury apparaît dans la partie moyenne de la formation.

(1) P.cyathea et P.lepidorachis ont été distingués par P.Bertrand.

Remarques.

On notera également la répartition verticale des espèces suivantes :

- Sphenophyllum emarginatum Brongniart n'atteint pas la zone 4a mais Sph.majus Brongniart est connu jusqu'à la base de la zone 5.
- Sphenopteris (Renaultia) chaerophylloides Brongniart n'est pas connu au-dessus de la zone 4b.
- Linopteris brongniarti Gutbier apparaît en zone 5, Reticulopteris germari Giebel en zone 4b, L.neuropteroides Gutbier est connu depuis la zone 1 jusqu'à la base de la zone 4b; sa présence en zone 6 demande à être confirmée.

III - Eléments de Pétrographie houillère.

Le terrain houiller comprend : conglomérats, grès, schistes, charbons, cinérites et gores en formations alternées de puissances diverses. De nombreux termes de passage existent entre les roches types.

Les conglomérats sont fréquents dans les assises autochtones dont ils constituent le terme de base. Les brèches ne sont pas représentées et les poudingues véritables sont rares. Le conglomérat le plus fréquent, notamment en zone 5, est la "gratte à micaschistes", à galets de quartz laiteux ou rose et de micaschistes, pris dans un ciment de fins éléments détritiques de micaschistes donnant à la roche un aspect satiné de teinte verdâtre. On trouve, au point de vue granulométrie, tous les intermédiaires entre le conglomérat de base grossier (éléments atteignant jusqu'à 0m,75) et la "fine gratte à micaschistes" (éléments inférieurs à 1 cm).

Les grès constituent la partie essentielle des stériles du terrain houiller.

On distingue :

- Les grès conglomératiques (à nombreux galets de quartz pouvant passer localement au conglomérat;
- les grès graveleux (à galets de quartz épars);
- les grès grossiers (éléments $> 800 \mu$);
- les grès de grain moyen (400 à 800 μ);
- les grès fins ($< 400 \mu$).

Les schistes houillers sont des roches à grain fin (lutites et arénolutites) dont le litage sédimentaire, conforme à la stratification, permet un débit facile en plaquettes ou feuillets. A la faveur de celui-ci, on découvre les nombreuses empreintes végétales qu'ils renferment.

Selon la nature et la finesse de leurs constituants, les schistes peuvent être : gréseux, fins, satinés, charbonneux, bitumineux. On distingue également la roche en fonction, soit de son débit : schistes grossiers, compacte, feuilletés, soit des caractères localement acquis : schistes pyriteux, carbonatés (à lits ou "clayats" de sidérose), glissés (nombreuses surfaces de glissement parallèles au litage), écailleux (début de mylonitisation donnant des lamelles fines et lustrées). Il faut noter que la schistosité mécanique, différente du litage naturel, n'apparaît qu'à proximité des grands accidents.

Les charbons. On connaît environ 120 couches de houille différentes, de puissance comprise entre 0m,30 et 15 m, dont les teneurs en cendres (Ce) et en matières volatiles (MV) varient dans de notables proportions puisqu'il existe tous les intermédiaires entre l'anthracite à 8 % de MV (Ricard) et les gras à courte flamme à 22 % de MV (Montagne Ste-Barbe). De même, le degré de propreté présente une grande diversité, de veine à veine, évoluant même de façon notable à l'intérieur d'une veine donnée. L'amaigrissement du charbon avec l'accroissement de la profondeur est courant (Loi de Hilt).

Certains phénomènes affectant les couches de houille : schistification, dichotomie, wash-out, sont liés aux conditions de sédimentation; d'autres, tels la mylonitisation, le broyage, le gonflement ou l'étreinte, sont d'origine tectonique.

De nombreux murs géologiques à radicelles révèlent l'existence des sols de végétation.

Le charbon renferme divers gaz inhérents à sa nature même (CH_4 , CO_2 , H_2S ). Lorsque certaines conditions particulières sont réunies, ces gaz, emmagasinés au sein de la couche à la faveur de la fissuration et de l'adsorption, peuvent être brutalement libérés. Le phénomène, nommé "dégagement instantané" (D.I.) s'apparente à une explosion, entraînant, outre une émission gazeuse considérable, des projections solides de charbon et de stériles.

La proximité du socle et surtout les effets de la tectonique semblent avoir joué au sein des assises houillères un rôle générateur et de drainage des gaz.

Le bassin houiller des Cévennes détient le record mondial des dégagements instantanés (près de 6 400 depuis l'origine) ayant causé la mort de 171 travailleurs.

Les cinérites et les gores sont des niveaux repères de grande importance stratigraphiques. Des caractères essentiels permettent de les distinguer des autres roches :

- la minceur des bancs, généralement de quelques centimètres (exceptionnellement ils peuvent atteindre ou dépasser 1m);
- la texture, différente de celle des schistes et des grès (absence de schistosités, finesse fréquente du grain, granoclasement souvent apparent);
- la cassure vive, esquilleuse ou subconchoïdale;
- la couleur, qui selon le cas, peut être noire, sombre, chocolat, beige ou claire. Elle tranche toujours sur celle des schistes et des grès voisins. La rayure est généralement très claire, même pour les niveaux les plus sombres;
- l'altération par kaolinisation des micas et des feldspaths, point de convergence commun à tous ces niveaux;
- l'extension horizontale remarquable, surtout pour les cinérites dont certaines, même minces, se retrouvent non seulement dans tout le périmètre du bassin mais encore dans d'autres, situés à plusieurs centaines de kilomètres.

Les cinérites, observées en lames minces, révèlent, entr'autres constituants, des minéraux à forme typiques du matériel volcanique. A. Bouroz (1966) a mis le fait en évidence par examen d'un grand nombre d'échantillons. L'origine de ces niveaux est due au dépôt de cendres volcaniques au sein des séries houillères en formation. Ces cendres, émises par des volcans peut-être fort éloignés, les uns des autres, ont été transportées par voie éolienne pour retomber dans la dépression carbonifère en cours de sédimentation.

L'aire d'extension est tributaire du régime des vents au moment de l'émission tandis que la composition minéralogique dépend de la nature des produits expulsés. Ces derniers variant d'une éruption à l'autre, les cinérites diffèrent entr'elles macroscopiquement et microscopiquement. A. Bouroz

(1966 et 1967) a créé une classification basée sur les caractères microscopiques. Il discerne ainsi cinq types de cinérites (I à V), certains niveaux présentent des caractères mixtes.

Les gores sont, comme les cinérites, des roches d'aspect inhabituel constituant des bancs minces inclus dans les séries houillères, leur extension horizontale paraît, cependant, plus limitée. On distingue :

- les gores volcano-sédimentaires déposés par sédimentation classique et composés à la fois de matériel cinéritique repris par ruissellement et d'éléments détritiques banals;
- les gores détritiques kaolinisés composés uniquement de matériaux d'érosion banals, le plus souvent de muscovite détritique, lesquels par altération, notamment sous l'action des acides humiques, se trouvent transformés en kaolinite. Certains de ces niveaux pourraient être d'origine volcano-sédimentaire, indiscernable en raison du degré d'évolution.

Les constituants de néoformation typiques des gores sont la kaolinite, la Muscovite, l'Illite et la Montmorillonite.

Une recherche systématique, entreprise depuis 1964 sous la direction de A. Bouroz, a permis à celui-ci de dénombrer plus de soixante niveaux repères dont une cinquantaine de cinérites.

J'ai adopté, pour les désigner, une numérotation conventionnelle à trois chiffres, le premier indiquant la zone stratigraphique d'appartenance, les deux suivants le numéro d'ordre au sein de cette zone (croissant du plus ancien au plus récent).

IV - Stratigraphie du Houiller (fig. 4).

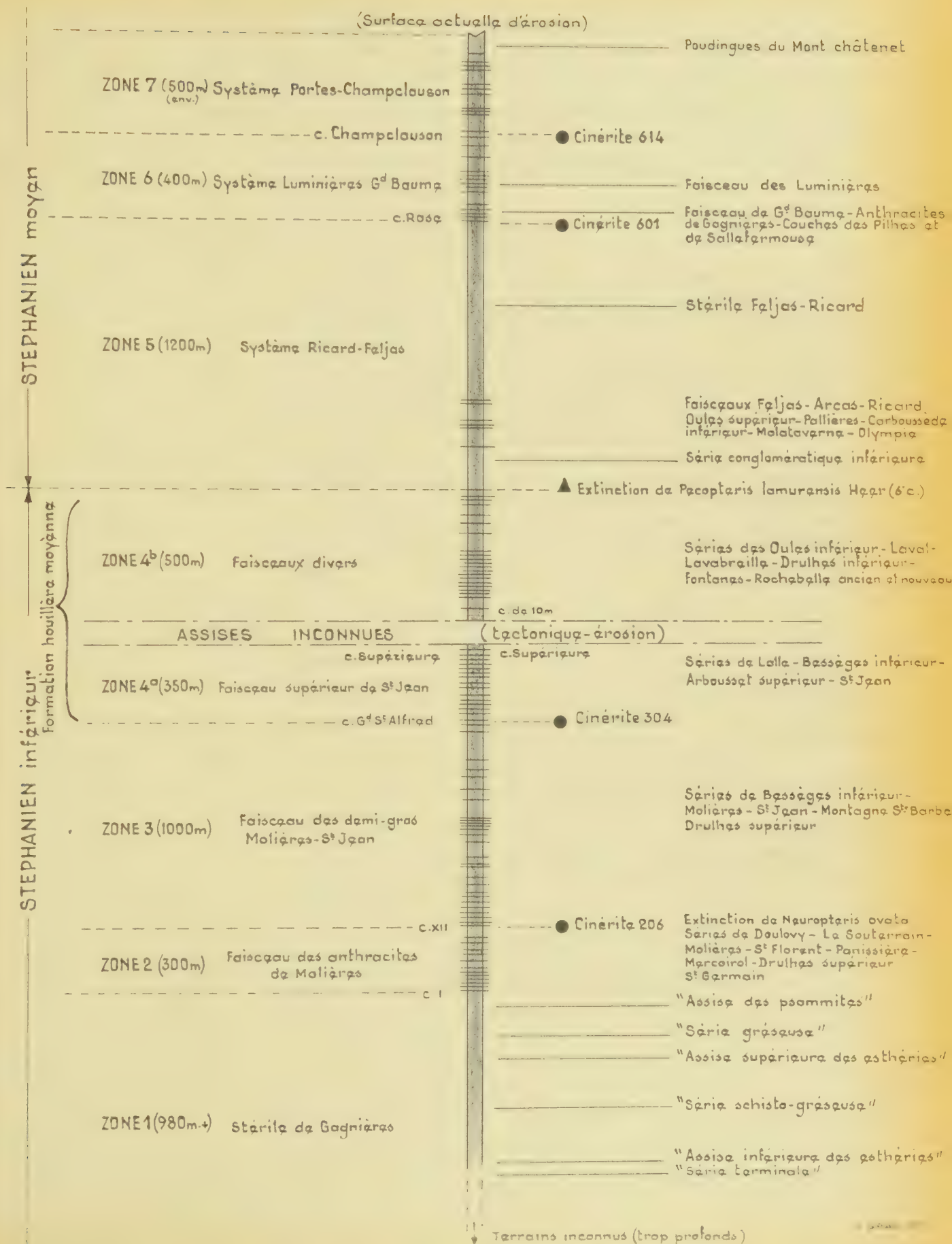
La partie connue du terrain houiller des Cévennes, comporte, rétabli* en succession normale, plus de 5 000 m de sédiments divisés en sept zones stratigraphiques. La série houillère s'ordonne ainsi, de bas en haut :

Zone 1 (Stérile de Gagnières)

Puissance maximum connue : 980 m

Constitution : puissant ensemble stérile (sans couche ni couchette de charbon) avec schistes feuilletés, psammites et grès fins. On relève toutefois à la base quelques dizaines de mètres de poudingues à rares éléments menus de micaschistes. Les assises sous-jacentes, trop profondes, n'ont jamais été recoupées.

Coupe stratigraphique moyenne du terrain houiller



Faciès typique des schistes dits "fissiles" car très feuilletés,
 Flore : rare et clairsemée, surtout présente dans les horizons supérieurs (pennes ou pinnules isolées),
 Faune : développement exceptionnel par niveaux d'Estheria cebennensis sur l'ensemble de la formation,

Extension : En affleurement, des Pilhes à Gagnières; en profondeur de La Minette à l'extrême Nord du bassin, au-dessous des gisements de Panissière, St-Florent, St-Jean, Molières, Gagnières.

Zone 2 (Faisceau des anthracites de Molières)

Puissance moyenne : 300 m,
 Constitution : ensemble productif de couches minces (0^m,35 à 1^m,20) de charbon quart-gras et anthraciteux. Les stériles sont des schistes et des grès relativement fins, à très rares passées graveleuses.
 Flore à Neuropteris ovata Hoffmann var. grand'euryi dominant et Pecopteris lamurensis Heer rappelant les formes du Dauphiné et de la Cordillère cantabrique.
 Faune : quelques rares niveaux minces à Estheria cebennensis et Leaia baentschi.
 Extension : Presque sur toute la longueur du bassin, avec une discontinuité entre St-Martin-de-Valgalgues et Rochebelle. Appartiennent à la zone 2, les gisements du Mazel Gagnières, Molières inférieur, St-Jean et St-Florent inférieur, Panissière, Mercoirol, Drulhes supérieur, St-Germain.

Zone 3 (Faisceau des demi-gras Molières - St-Jean)

Puissance moyenne : 1 000 m.
 Constitution : puissant ensemble productif de couches minces (0^m,30 à 1^m,00) de charbons quart-gras devenant progressivement demi-gras vers le sommet de la formation⁽¹⁾.
 Stériles : schistes et grès relativement fins à horizons charbonneux.
 Flore de Rive-de-Gier à Pecopteris lamurensis dominant.
 Faune : quelques niveaux minces à Leaia baentschi et rares horizons à insectes.
 Extension : Partie supérieure des gisements de Gagnières, Molières, St-Jean, St-Florent, Panissière et Drulhes supérieur et totalité des gisements de l'Arbousset inférieur, Montagne Ste-Barbe.

(1) Une exception : le faisceau charrié de la Montagne Ste-Barbe qui possède les seuls "gras à courte flamme" du bassin.

Zone 4 (Formation houillère moyenne)

Par ses caractères paléontologiques mixtes à flores de Rive-de-Gier et de St-Etienne ainsi que pour sa position médiane sur l'échelle stratigraphique locale, la zone 4 mérite son nom de "Formation houillère moyenne". Une lacune tectonique de faible importance l'affectant vers le milieu, j'ai distingué : la zone 4a au-dessous, la zone 4b au-dessus de la discontinuité.

1. Zone 4a (Faisceau supérieur de St-Jean)

Puissance totale maximum : 350 m.

Constitution : ensemble productif de couches minces (0^m,50 à 1^m,30) de charbon demi-gras.

Stériles : schistes et grès relativement fins.

Flore de Rive-de-Gier à Pecopteris lamurensis et Pecopteris polymorpha abondants. Quelques Alethopteris zeilleri Ragot, Odonopteris minor-zeilleri Potonié et Cordaïtes diverses.

Extension : limitée au gisement de la Montagne St-Laurent (Bessèges) et aux assises de faible superficie coiffant les gisements de Molières, de St-Jean, de Carboussède supérieur et de Malbosc.

2. Zone 4b (base du faisceau autochtone des Oules et divers gisements charriés).

Puissance moyenne : 450 m.

Constitution : ensemble productif de couches de charbons quart-gras, maigres ou anthraciteux généralement propres dont les puissances varient de 0^m,70 à 5^m,00.

Stériles : schistes peu micacés, psammites, grès souvent graveleux et feldspathiques à faciès clair typique.

Flore de Rive-de-Gier supérieur à Pecopteris lamurensis abondant, nombreux Odontopteris et Pecopteris polymorpha, Alethopteris zeilleri et Cordaïtes lingulatus à certains niveaux. Extinction de Pecopteris lamurensis au toit de la 6ème couche des Oules qui marque le sommet de la formation. Rares insectes.

Extension : partie basse du faisceau des Oules et gisements de Laval, Lavabreille, Drulhes inférieur, St-Martin, Fontanes et Rochebelle inférieur.

Zone 5 (système Feljas-Ricard)

Puissance totale maximum : 1200 m.

Constitution : l'épais stérile Feljas-Ricard, soit 850m de "gratte à micaschistes", schistes satinés, psammites et grès micacés alternés, coiffe un faisceau de 5 couches de charbon maigre ou anthraciteux, dont deux atteignent 5m d'ouverture. Au mur du faisceau se développe généralement, sauf aux Oules, une formation conglomératique de base dont la puissance varie de 100 à 250 m.

Faciès "satiné" caractéristique pour l'ensemble des stériles dû à l'abondance de muscovite.

Flore de St-Etienne avec abondance de Pecopteris cyathea, Cordaites lingulatus et Alethopteris zeilleri. Présence épisodique de Dicranophyllum gallicum.

Extension : toute la bordure Ouest du bassin, où la formation constitue la partie inférieure du Houiller autochtone transgressif sur le socle. Fond de la cuvette de Grand'Combe (sauf Sud-Ouest des Oules). Gisements de Ricard, les Oules, Pallières et Rochebelle supérieur. Filets de Martrimas, de la Mathe, du Plô, gisements du Feljas et de l'Arcas, îlot d'Olympie.

Zone 6 (système Lumières - Grand'Baume)

Puissance moyenne : 400 m

Constitution : ensemble à couches de charbon demi-gras, les unes minces et sales, les autres épaisses et propres. Le faisceau de Grand'Baume, situé à la base, se compose de cinq veines différentes et atteint une ouverture de 15 m.

Faciès satiné de la zone 5 sur les 120 m inférieurs de la formation. Horizon typique des "grès de corniche" roche très dure (falaises), à ciment rare.

Flore de St-Etienne avec abondance d'Alethopteris (A.zeilleri Ragot et A.bohemica Franke) et Cordaites diverses. Apparition de Lebachia piniformis.

Faune : schistes à écailles de poissons et rares ailes d'insectes dans l'horizon de Grand'Baume.

Extension : De la Grand'Combe à la Vernarède avec les gisements de Pontil-Fontaine, Champclauson-Lumières, La Vernarède inférieur (îlot de Vern). Au Nord du bassin, avec les petits gisements des Pilhes, Garde-Giral, Les Cros, Sallefermouse et le Gaschas-Mas-Bleu.

Zone 7 (système Portes-Champclauson)

Puissance totale maximum : 450 m.

Constitution : les poudingues du Mont Châtenet (formation terminale) surmontent un faisceau productif à couches de charbon demi-gras minces et sales dans la moitié supérieure, plus épaisses et propres au-dessous.

Faciès satiné caractéristique des schistes dans la partie haute du faisceau productif. Nodules de sidérose.

Flore de St-Etienne à Pecopteris cyathea courant, persistance de quelques Alethopteris, Odontopteris et Cordaites notamment. Apparition de Taeniopteris jejuna.

Extension : De Champclauson à La Vernarède, avec les gisements de Champclauson, Cessous, Portes et La Vernarède supérieur.

Remarques générales :

Les zones 1 et 2 ont été attribuées par P. Bertrand au Westphalien D. Récemment, RH. Wagner, après un voyage d'étude dans les Cévennes, a émis l'opinion que ces assises correspondraient aux séries houillères moyennes de la Cordillère cantabrique (Cantabrien), qu'il situe entre le Westphalien D et le Stéphanien A.

En l'absence d'arguments décisifs, je crois, pour ma part, que les zones 1, 2, 3 et 4 doivent se rattacher au Stéphanien inférieur (sens large du terme).

Les Cinérites et les gores, mis en évidence par l'étude pétrographique, se répartissent sur l'ensemble des formations houillères à l'exclusion du Stérile de Gagnières (zone 1). Ces niveaux permettent d'effectuer des corrélation locales ou inter-bassins par le biais desquelles la succession normale des terrains est rétablie malgré les charriages. C'est ainsi que la lacune tectonique qui rompt la continuité de la zone 4 a pu être estimée de faible importance. Par ailleurs, les gisements de Laval, Lavabreille, Drulhes inférieur et Fontanes ont été assimilés entr'eux et l'identité irréfutable entre les faisceaux de Ricard et des Oules établis, veine à veine.

Dans la mesure du possible, j'ai adopté, parmi les nombreux niveaux repères, véritables "tops chronologiques", ceux qui pourraient servir à délimiter entr'elles les zones stratigraphiques. Ces limites sont les suivantes :

Sommet de la zone 1 : mur de la couche I (premier horizon charbonneux surmontant le stérile de Gagnières).

Sommet de la zone 2 : Cinérite 206 au mur immédiat de la couche XII.

Sommet de la zone 3 : Couche Grand St-Alfred au sein de laquelle se trouve la Cinérite 304.

Sommet de la zone 4a : lacune tectonique.

Sommet de la zone 4b : toit de la 6ème couche des Oules (extinction de Pecopteris lamurensis).

Sommet de la zone 5 : mur de la couche RASE de Grand'Baume qui coiffe le "Stérile Feljas-Ricard" et se caractérise par la présence de la cinérite 601.

Sommet de la zone 6 : Cinérite 614 au mur immédiat de la couche Champ clauson.

Sommet de la zone 7 : actuelle surface d'érosion à la crête du Mont Châtenet.

- Le Stéphanien des Cévennes comporte plus de 120 couches ou couchettes différentes totalisant environ 160 m de charbon, à l'exclusion des nombreux filets disséminés dans les stériles. La répartition approximative par zone stratigraphique des principales roches constitutives du Houiller est la suivante :

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7
Conglomérats	2 %	-	-	2 %	33 %	4 %	29 %
Grès graveleux, grès, psammites	52 %	57 %	62,8 %	57,4 %	31,6%	50 %	18 %
Schistes gréseux, schistes	46 %	39,5 %	35,4 %	33,5 %	32,9%	37 %	50,5 %
Charbon	-	3,5 %	1,8 %	7,1 %	2,5%	9 %	2,5 %

- La répartition verticale des cinérites, apparemment absentes en zone 1, fait apparaître leur fréquence relative au sein des couches de charbon. Une explication du phénomène a été proposée par A. Bouroz (1967). Selon lui, le temps de dépôt et le coefficient de compaction sont beaucoup plus grands, à puissance définitive égale, pour le charbon que pour les stériles. De ce fait, par le simple jeu de la probabilité, les éruptions volcaniques génératrices de nuages de cendres, ont souvent coïncidé avec l'accumulation d'apports phytogènes.

- A quelques exceptions près, les terrains appartenant au Stéphanien inférieur (zones 1, 2, 3 et 4) sont charriés et localisés dans la cuvette d'Alès, tandis que les assises correspondant au Stéphanien moyen (zones 5, 6 et 7) se trouvent surtout dans la cuvette de Grand'Combe.

V - Etude structurale du bassin.

La tectonique du bassin houiller des Cévennes est particulièrement complexe. Elle a suscité diverses théories souvent contradictoires. Les sondages et travaux souterrains, réalisés au cours des dix dernières années par les Houillères, ont fourni des éléments d'observation déterminants grâce auxquels une nouvelle tentative de synthèse structurale d'ensemble devient possible. Quelques coupes verticales, généralement Ouest-Est, choisies de façon judicieuse, permettant de l'aborder à grands traits.

1. A l'extrême Nord du bassin, dans la région des Pilhes (fig. 5)

On trouve successivement, d'Ouest en Est, à partir de Martrimas :

- le contact du socle métamorphique avec les formations houillères transgressives débutant par les conglomérats de base de la zone 5;
- des filets charbonneux plongeant vers l'Est avec un pendage de 25 à 30° (faisceau productif du Feljas schistifié);
- près de 600 m de stériles ("grattes", grès et schistes) à faciès satiné représentant le "Stérile Feljas-Ricard";
- le faisceau rebroussé des couches de Garde-Giral que j'assimile à l'horizon de Grand'Baume;
- la faille des Pilhes, cause du rebroussement précédent;
- à nouveau les stériles satinés de la zone 5 puis le petit synclinal productif qui constitue le faisceau des Pilhes (équivalent de Grand'Baume);
- la faille de l'Arbousset, à forte inclinaison;
- l'écaille de Doulovy (zone 2), comportant une couche violemment tectonisée en Y;
- la faille de Bessèges, presque redressée;
- Un ensemble de zones 1 et 2, d'abord subvertical, puis progressivement moins penté, formant fond de synclinal plissé à l'aplomb du hameau du Mazel. Cet ensemble, presque totalement constitué de "Stérile de Gagnières", plonge progressivement vers l'Est sous les grès triasiques pour être ensuite rejeté en profondeur; recouvert de séries jurassiques par le jeu de la faille de St-Paul-le-Jeune.

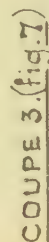
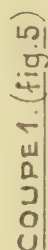
Le terrain houiller surmontant le socle, jusqu'au faisceau de Garde-Giral inclus, est autochtone.

Le faisceau des Pilhes est un lambeau de poussée. L'écaille de Doulovy d'une part, l'ensemble situé au toit de la faille de Bessèges d'autre part, sont des unités charriées mises en évidence par les superpositions anormales observées.

2. Dans la région de Chavagnac (fig. 6)

La structure d'ensemble reste identique. Le Houiller autochtone de la zone 5 présente, de son point de contact avec le socle jusqu'au lit de la Gagnière, des formations conglomératiques très grossières. Le faisceau schistifié du Feljas n'existe pas et le "Stérile Feljas-Ricard" vient directement au contact de la faille de l'Arbousset.

Echigala 1/80.000e



	Socla
	Hovilla
	Trios
	Jurassiq
	Cratac
	Tartion

COUPE 2 (fig.6)

Au toit de l'accident, se développe la petite écaille de la digue de Pontet (zone 2) extrémité méridionale de celle de Doulovy. Elle est limitée à l'Est par la faille de Bessèges qui superpose aux terrains bouleversés de la zone 2 les conglomérats typiques des Oulettes correspondant aux plus anciens horizons connus de la zone 1. Le passage de la faille de Bessèges est remarquablement donné dans le puits de Chavagnac (entre 333 et 470 m de profondeur). A l'Est de cet ouvrage, le faisceau des anthracites de Gagnières, situé immédiatement sous la faille de Bessèges et qui coiffe le Stérile de Gagnières, représenterait la base de la zone 6.

Au toit de la faille de Bessèges on trouve les épaisses formations de la zone 1, surmontées du faisceau productif de la zone 2, plongeant régulièrement vers l'Est sous la couverture secondaire.

3. A la latitude de Molières (fig. 7) le promontoire du Rouvergue sépare en deux le bassin houiller.

a) A l'Ouest, la cuvette de Grand'Combe, effondrée dans sa partie médiane, comporte :

- la partie supérieure du Stérile Feljas-Ricard (zone 5) occupant le fond;
- la zone 6 aux horizons productifs réduits ou schistifiés;
- la majeure partie de la zone 7.

L'ensemble de ces terrains est autochtone et affecte l'allure d'un fond de synclinal que recoupent des failles directes d'effondrement dont les plus importantes (failles de l'Affenadou, faille de Cornas) tangentent le flanc occidental du Rouvergue.

b) A l'Est, le terrain houiller n'affleure qu'entre le flanc Est du Rouvergue et la Montagne de Lachamp d'une part, aux environs de Molières, dans une fenêtre d'érosion réduite d'autre part. On trouve successivement :

- De la zone 5 autochtone, transgressive sur le socle, avec conglomérat de base et faisceau productif du Feljas;
- la faille de l'Arcas;
- le gisement de l'Arcas (zone 5) équivalent du Feljas, mais fortement plissé;
- la faille de Redoussas;

- le gisement de l'Arbousset (zone 3) également très plissé qui s'effile en profondeur, interrompu par la faille de l'Arbousset au toit de laquelle se développe l'écaille du Martinet (zone 2), équivalent de celle de Doulovy, qui, vers le Sud, deviendra plus importante et affleurerà;
- la faille de St-Laurent, faiblement pentée, qui cisaille à leur partie supérieure, à la fois le gisement de l'Arbousset et l'écaille du Martinet;
- le gisement de la Montagne St-Laurent (zone 4) qui constitue le faisceau de Bessèges;
- plus à l'Est, sous la couverture secondaire, la faille de Bessèges très redressée interrompt les gisements cités plus haut et tangente probablement le socle en profondeur;
- au toit de la faille de Bessèges se développe le puissant ensemble qui débute par la zone 1 et comporte la totalité de la zone 2 et la majeure partie de la zone 3, en succession normale, dont les couches minces d'anthracite et de demi-gras ont donné lieu aux importantes exploitations de Molières.

Les pendages, forts à proximité de la faille de Bessèges, s'atténuent peu à peu vers l'Est, pour atteindre en moyenne 15° à l'aplomb du puits Silhol.

- La faille de la Nougarede rejette enfin le Houiller à une profondeur qui le rend inaccessible aux travaux miniers.

On se trouve donc en présence :

- d'un gisement autochtone : le Feljas;
- d'un lambeau de poussée : l'Arcas;
- de quatre unités différentes en superpositions anormales : l'écaille de l'Arbousset, l'écaille du Martinet, la Montagne St-Laurent et le puissant ensemble de Molières.

4. A la latitude de Panissièrre (fig. 8)

Le Rouvergue, toujours affleurant, divise le bassin en deux cuvettes distinctes : celle de Grand'Combe et celle d'Alès.

a) Dans la cuvette de Grand'Combe, la zone 5, en repos direct sur le socle, atteint sa puissance maximale et comporte les formations conglomeratiques de base, le faisceau productif et le "Stérile Feljas-Ricard". Dans la moitié Ouest de la dépression, elle est surmontée par le faisceau de Grand'Baume, très régulier, et les horizons moyens de la zone 6. Dans la moitié Est,

la faille de Malpertus, premier charriage mis en évidence dans le bassin par Marcel Bertrand (1900), superpose la Montagne Ste-Barbe (zone 3) aux séries autochtones sous-jacentes. C'est au "coup de boutoir" de cette unité, déplacée par-dessus le Rouvergue, qu'est dû le rebroussement typique du faisceau inférieur de zone 6 ou "Dressant de Grand'Baume".

G. Livet (1943) a mis en évidence, au coeur de la Montagne Ste-Barbe, une fenêtre d'érosion (fenêtre de Peyraude), circonscrite par le remplissage de la faille de Malpertus, qui permet d'observer les stériles satinés des formations autochtones. Des terrains redressés, appartenant à la zone 5, sont observables au sein du complexe failleux de l'Affenadou qui tangente le flanc occidental du Rouvergue.

b) Sur la bordure de la cuvette d'Alès, on trouve successivement, à partir du contact socle-Houiller :

- un tégument autochtone de zone 5, conglomératique et stérile;
- la faille de l'Arbousset au toit de laquelle se développe une importante écaille de zone 2 aux couches de houille irrégulières, souvent mises en chapelets. Ces couches sont exploitées en découverte à Mercoirol;
- la faille de Bessèges;
- un ensemble d'abord redressé, comme l'accident précédent, puis, progressivement peu penté vers l'Est (10 à 15°), comportant la partie supérieure de la zone 1, la totalité de la zone 2 (gisement de Panissière) et la partie inférieure de la zone 3;
- la faille d'effondrement de La Bastide, à rejet direct important, au toit de laquelle existe la totalité de la zone 3 surmontée normalement par les formations de la zone 4a;
- la faille de la Nougarede donnant un premier effondrement majeur;
- la faille des Cévennes, qui limite pratiquement le bassin.

Hormis une étroite bande constituée par le tégument autochtone de zone 5 et le gisement de Mercoirol, le Houiller est totalement caché par la couverture secondaire (surtout Trias et Hettangien). Un réseau de failles, apparemment directes, a été relevé par mes soins en surface dans cette région. Aucun de ces accidents n'est recoupé par les travaux miniers des Houillères situés au-dessous. J'ai proposé (H. Gras, 1969) une explication étayée sur l'observation de terrains mylonitisés et d'entraînements subhorizontaux existant dans les horizons friables du Trias (Puits et sondages de Panissière).

Les dislocations de la surface correspondant, à mon avis, à une tectonique tangentielle de type gravitationnel, d'âge alpin, indépendante des charriages du Houiller.

5. A la latitude de l'Habitarelle (Sud immédiat de La Grand'Combe) (fig. 9), le Rouvergue n'affleure plus mais se dessine nettement. Le socle présente, en outre, deux autres particularités : un haut-fond, dans la partie médiane de la cuvette de Grand'Combe ("dorsale d'Argetan"), une arête mince couchée vers l'Ouest, située à la base du flanc occidental du Rouvergue (flamme des micaschistes).

Cette arête, connue en plusieurs points, sur une distance de plus de 3 Km, paraît avoir pour origine un relief local du substratum dû aux actions conjuguées de la tectonique et de l'érosion antéstéphanien. Ce relief accusé aurait été étiré et couché sous l'effet d'un des charriages majeurs du Houiller (faille de Redoussas) qui tangente son flanc Est.

Sur la coupe considérée, on trouve successivement, d'Ouest en Est :

- La faille bordière de la Croix-des-Vents, à rejet inverse, qui met au contact micaschistes et Trias. Dans son remplissage apparaissent, çà et là, des conglomérats houillers mylonitisés;
- la dépression de Pallières, occupée entièrement par des sédiments de zone 5 recouverts par un épais Trias, lui-même surmonté des assises inférieures du Lias. Une dislocation subhorizontale, la faille de Pallières, semble affecter le terrain houiller;
- la faille directe des Oules, tangente au flanc occidental de la dorsale d'Argetan. Le rejet de l'accident semble plus important au sein du Stéphanien que dans la couverture;
- entre la dorsale d'Argetan et la "flamme des micaschistes", le gisement autochtone des Oules (zone 4b à la base, partie inférieure de zone 5 au-dessus) affecte l'allure d'un synclinal très ouvert, d'axe Nord-Sud, dont le versant Est se redresse fortement, amorçant un rebroussement analogue à celui de Grand'Baume, que souligne la "flamme des micaschistes".

La partie supérieure du gisement, située sous le Trias, paraît avoir subi une légère translation par l'intermédiaire d'un décrochement subhorizontal, la faille de Pallières.

- La faille de Redoussas, qui tangente "la flamme des micaschistes" et au toit de laquelle se développe, dans un étroit sillon parallèle au flanc du Rouvergue, la partie méridionale du gisement de Laval (zone 4b)
- la faille d'effondrement direct de Lavabreille, à pied ouest;

- les assises houillères fort tectonisées chevauchant la partie axiale du Rouvergue. Au-dessus d'un mince tégument conglomératique de zone 5, plusieurs sondages carottés ont mis en évidence le passage d'accidents majeurs responsables de complexes chevauchements anormaux : failles de Redoussas, de l'Arbousset, de Malpertus et de Bessèges. Les écailles reconnues dans cette région sont minces et presque totalement stériles;
- la faille de l'Oxfordien, important effondrement direct à pied Est, au toit duquel on retrouve la structure observée à Panissière : Houillier de zone 2 déplacé sur le socle surmonté, par l'intermédiaire de la faille de Bessèges, par l'épais ensemble de zones 1, 2 et 3;
- les grands effondrements bordant la fosse d'Alès : failles de la Nougarede, des Mages et des Cévennes.

6. A la latitude de Lavabreille (fig.10), la largeur de la partie accessible du bassin diminue considérablement car la faille des Cévennes et le complexe failleux de la Nougarede se rapprochent de la faille de la Croix-des-Vents.

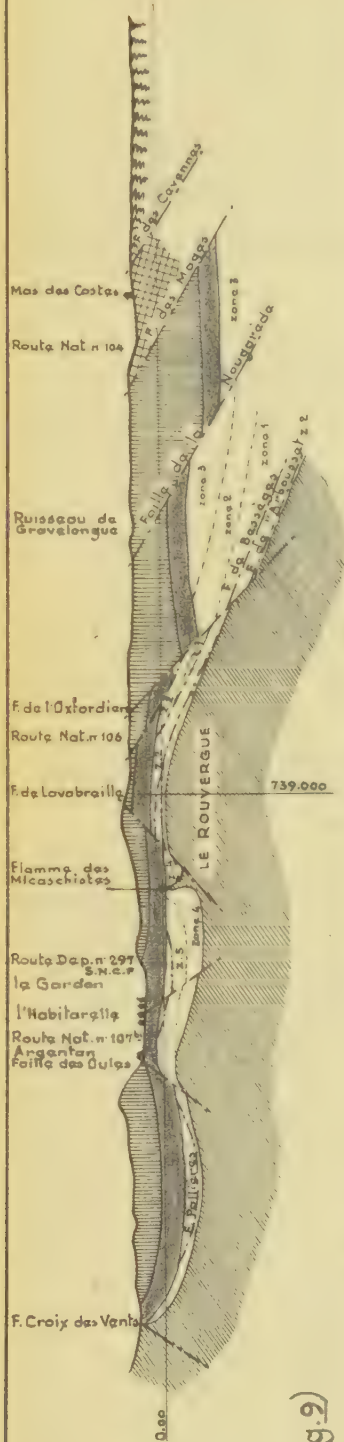
Le Rouvergue souterrain s'atténue. On distingue, d'Ouest en Est :

- la faille bordière de la Croix-des-Vents, toujours inverse;
- la dépression des Serres (prolongement méridional de celle de Pallières) inconnue, mais probablement occupée par du terrain houillier de zone 5 surmonté d'une épaisse couverture secondaire⁽¹⁾;
- la faille de Lavabreille, effondrement direct à pied Ouest, affectant à la fois terrain houillier et couverture et tangentant le flanc occidental du Rouvergue;
- la partie axiale du Rouvergue, mal connue mais aux environs de laquelle le sondage des Plantiers, situé plus au Sud, n'a traversé que 0^m50 de Houillier entre la base du Trias et le socle;
- la faille de Redoussas, parallèle au flanc Est du Rouvergue, séparé d'elle par un tégument conglomératique autochtone de zone 5;
- au toit de l'accident : le gisement de Lavabreille (zone 4b) que rejette en profondeur, d'une centaine de mètres au maximum, la faille du Moulinet. Le gisement de Lavabreille affecte une allure synclinale à flancs inégaux. Une faille directe à pied Ouest : la faille de Drulhes, symétrique de la faille du Moulinet par rapport à l'axe du synclinal, l'interrompt. Mais au mur, le gisement inférieur de Drulhes (zone 4b) est en fait le prolongement du précédent;
- la faille de l'Arbousset cisaille à sa partie supérieure le gisement de Lavabreille et lui superpose une écaille de terrain houillier de zones 2 et 3 (gisement de Drulhes supérieur);
- plus à l'Est, le complexe failleux d'effondrement de l'Oxfordien et la faille de la Nougarede mettent hors de portée les assises houillères, lesquelles sont rejetées plus profondément encore par la faille des Cévennes.

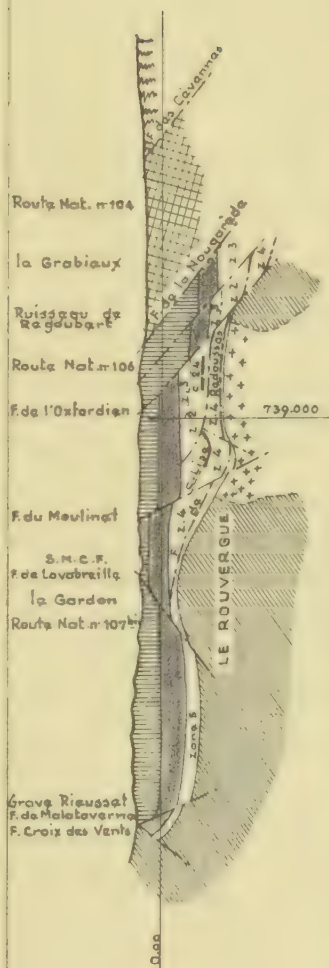
(1) non loin de là, plus au Sud, le sondage des Bedosses, foré sur la rive gauche du Galeizon, a traversé 300 m de Trias salifère avec gypse, anhydrite, sel gemme et même sylvite.

COUPES DU GISEMENT

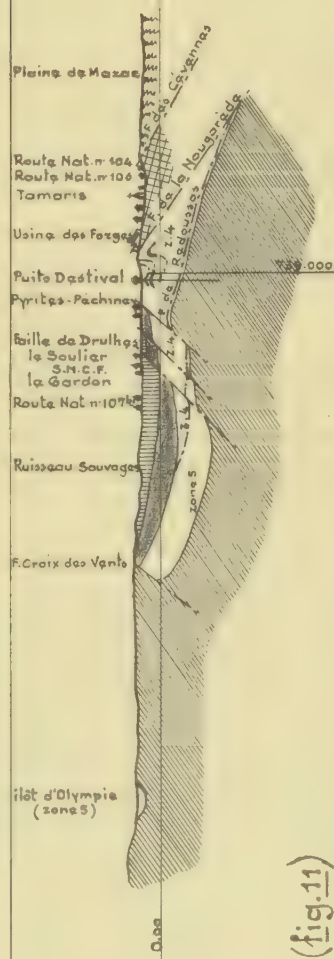
(suite)

Echelle 1/80 000^e

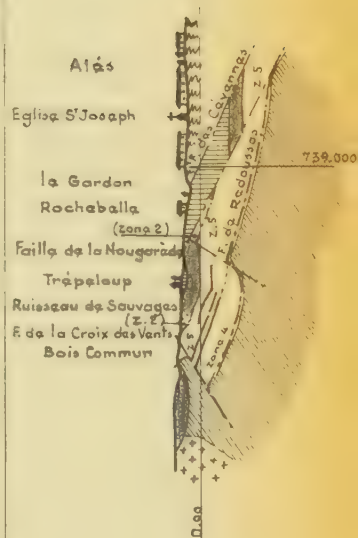
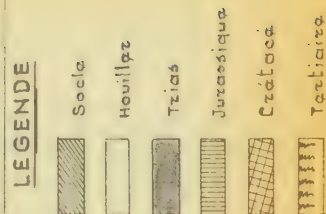
COUPE 5. (fig. 9)



COUPE 6. (fig. 10)



COUPE 7. (fig. 11)



COUPE 8. (fig. 12)

Cette région possède un double intérêt :

a) Elle révèle la présence de rhyolites antéstéphanienues appartenant au socle, recoupées en maints endroits par les travaux.

b) Elle met en évidence la superposition de plusieurs phases tectoniques au sein du Houiller : tour à tour tangentiellles ou cassantes. La faille de Drulhes, non affectée par la faille de l'Arbousset et les chevauchements "intercutanés" existant au sein du gisement de Lavabreille, lui-même en superposition anormale sur un tégument autochtone de zone 5 solidaire du socle, constituent autant d'observations démontrant la complexité des charriages intervenus avant le dépôt du secondaire.

7. A la latitude de Tamaris (fig. 11) un haut-fond du socle : le "horst de Fontanes", détermine une dépression allongée, d'axe NE-SW, le "sillon de Drulhes" qu'interrompt, sur la bordure occidentale du bassin, la faille inverse de la ~~Crix~~ des-Vents. Sauf dans l'étroite fenêtre de Fontanes, le Stéphanien est partout caché sous la couverture.

On rencontre successivement, en se déplaçant d'Ouest en Est à partir de l'accident bordier :

- du Houiller autochtone de zone 5, mal connu, occupant le fond du "sillon de Drulhes";
- la faille de Redoussas, par le jeu de laquelle une écaille de zone 4b (extrême Sud du gisement de Lavabreille) vient chevaucher les formations autochtones sous-jacentes;
- la faille de Drulhes, effondrement direct à pied Ouest affectant à la fois socle, Houiller et couverture (plusieurs rejets);
- le gisement du Soulier (zone 4b), prolongeant au Sud celui de Drulhes inférieur, visiblement charrié et séparé du socle par un mince tégument conglomératique de zone 5 (sondage Soulier 1);
- la faille séparative, effondrement direct à pied Ouest;
- le gisement de Fontanes-St-Martin (zone 4b) situé dans le compartiment du "horst de Fontanes" et toujours isolé du socle par un mince tégument conglomératique autochtone partiellement mylonitisé. Ce gisement, siège de nombreuses failles inverses très couchées, est fortement plissé. Les couches de charbon, la plupart épaisses, ont donné lieu à de nombreux et importants dégagements de CO², en cours d'exploitation. Tout indique donc le charriage, imputable à la faille de Redoussas, tangente au socle, dont le passage est repéré avec précision dans le puits Destival, le plus profond ouvrage minier du bassin (micaschistes à -252; fond à -667);

- la faille de la Nougarède qui rejette le terrain houiller en profondeur;
- la faille des Cévennes, qui se rapproche de la précédente.

8. A la latitude d'Alès (fig. 12) le "horst de Fontanes" s'efface à peu près. Il semble que, sauf un tégument conglomératique susceptible d'exister au contact du socle, le Stéphanien autochtone de zone 5 disparaît. La quasi-totalité du terrain houiller charrié appartient à la zone 4b, hormis vers l'Ouest où les séries, se développant vers le haut, passent à la zone 5 (toit de C.X.).

Ce gisement est fortement tectonisé comme en témoignent les plissements caractéristiques du faisceau ONO, les plis couchés de Rochebelle, les décrochements inverses et autres déformations observées dans les travaux. On note par ailleurs :

- le rapprochement des failles de la Croix-des-Vents et de Drulhes;
- la diminution du rejet de la faille séparative;
- l'extrême proximité de la faille de la Nougarède et de la faille des Cévennes.

L'affleurement du terrain houiller se réduit à une étroite bande limitée au carreau de Rochebelle (Puits Ste-Marie). A l'Ouest, la couverture secondaire se prolonge jusqu'à la faille de la Croix-des-Vents. Plus au Sud, les séries stéphanienues, s'envoient progressivement et l'on note, à leur sommet, la présence d'une écaïlle de zone 2 (gisement de St-Germain) vraisemblablement de faible extension.

VI - Synthèse tectonique d'ensemble.

La structure actuelle du bassin houiller des Cévennes résulte de trois orogénèses distinctes combinées avec des cycles alternés de sédimentation et d'érosion.

1. La tectonique antéstéphanienne, tour à tour souple et cassante, a modelé le socle. Elle a joué un rôle prépondérant dans la "préparation des gouttières synclinales"⁽¹⁾ et déterminé, au sein des assises métamorphiques, des dislocations rompant la compacité de celles-ci et susceptibles d'être ultérieurement remises en mouvement (subsidence houillère, effondrements alpins). Les phases majeures de l'orogénie hercynienne, antérieures aux premiers

(1) d'après B.Gèze (1949).

dépôts houillers, se sont probablement traduites par des surrections en massif. La localisation du bassin paraît due aux grandes fractures résultantes, non systématiquement verticales.

2. La tectonique hercynienne tardive, postérieure au Stéphanien moyen et antérieure aux premiers dépôts du Trias, donc imputable à la phase saalienne, est responsable des bouleversements majeurs du Houiller qui se traduisent par quatre grands charriages. Les chevauchements principaux qui se sont exercés d'ESE à WNW, s'accompagnent de déformations accessoires (plissements, décrochements intercutanés, laminages) et de rajustements cassants correspondant aux phases de décompression.

3. La tectonique alpine, à laquelle sont imputables les systèmes failleux visibles en surface dans la couverture, a provoqué les principaux effondrements du terrain houiller, notamment ceux qui, vers l'Est, le rejettent en profondeur et constituent la limite pratique du bassin. Ces dislocations cassantes ont été accompagnées de chevauchements mineurs et d'écaillage de détail, propres aux assises secondaires, et probablement apparentés à des processus de glissement gravitationnel.

La structure d'ensemble du terrain houiller peut être résumée à grands traits (fig. 13).

Sur toute la bordure occidentale du bassin et dans la quasi-totalité de la cuvette de Grand'Combe, séparée de la vaste cuvette d'Alès par le promontoire du Rouvergue, les assises carbonifères comprises entre les horizons supérieurs de la zone 4b (dans la seule dépression des Oules) et le sommet de la zone 7 (Stéphanien moyen), sont autochtones, (gisements du Feljas, de Ricard, des Oules, etc ...).

Au large de la cuvette d'Alès et sur le flanc Est du Rouvergue, l'ensemble du terrain houiller composé des zones 1, 2, 3, 4a et 4b (Stéphanien inférieur) est charrié.

On distingue quatre grands chevauchements distincts auxquels correspondent des unités tectoniques différentes. Ce sont, de bas en haut, dans l'ordre chronologique des charriages :

- La faille de Redoussas qui détermine l'Unité A (zones 3 et 4b) à laquelle se rattachent les gisements de l'Arbousset, de Laval, de Lava-breille, de Fontanes et de Rochebelle.

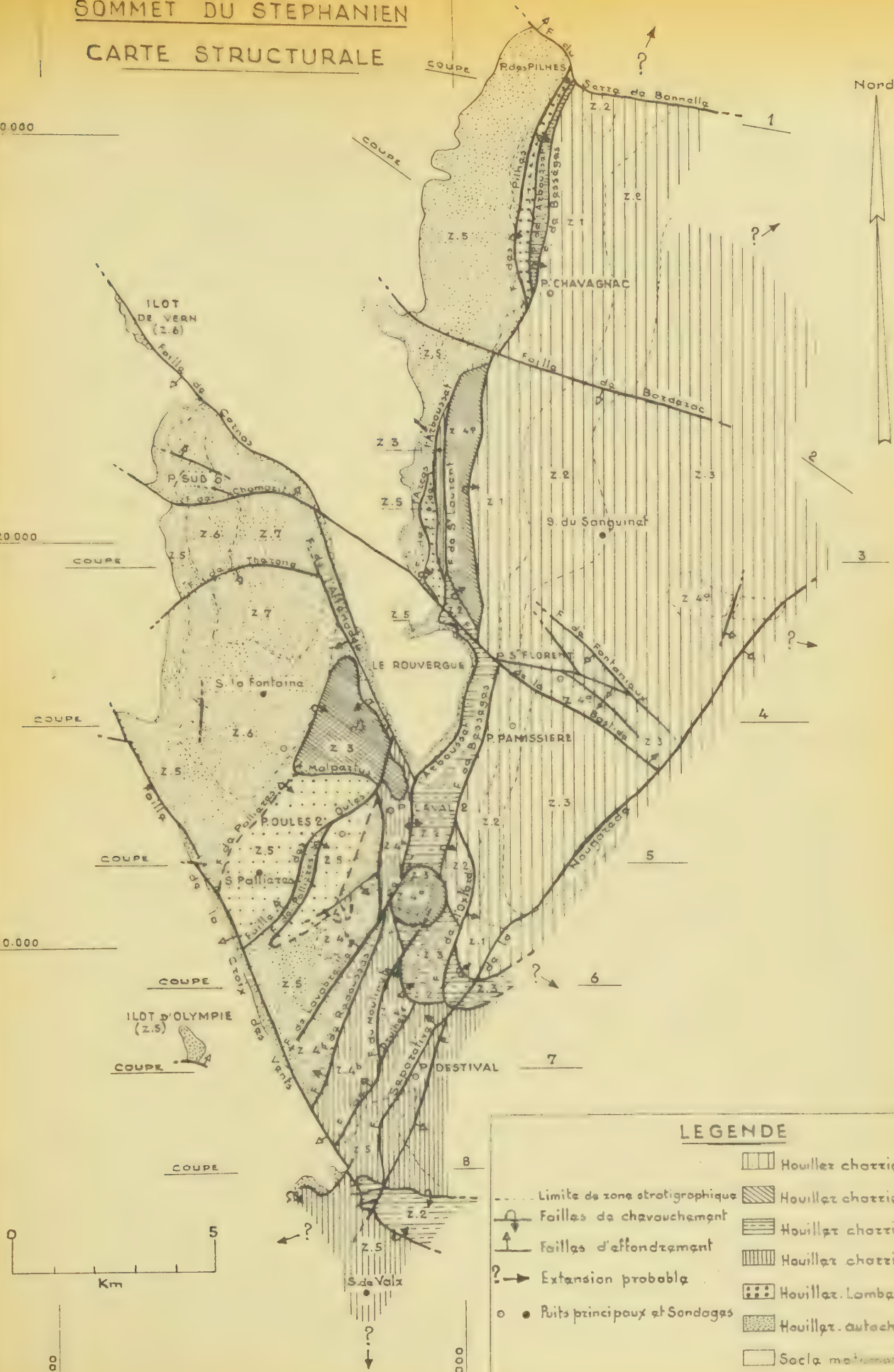
CARTE STRUCTURALE

230.000

220.000

210.000

Nord



LEGENDE

- Houiller charrié - Unité 1
- Houiller charrié - Unité 2
- Houiller charrié - Unité 3
- Houiller charrié - Unité 4
- Houiller charrié - Unité 5
- Houiller charrié - Unité 6
- Houiller charrié - Unité 7
- Houiller charrié - Unité 8
- Houiller charrié - Unité 9
- Houiller charrié - Unité 10
- Houiller charrié - Unité 11
- Houiller charrié - Unité 12
- Houiller charrié - Unité 13
- Houiller charrié - Unité 14
- Houiller charrié - Unité 15
- Houiller charrié - Unité 16
- Houiller charrié - Unité 17
- Houiller charrié - Unité 18
- Houiller charrié - Unité 19
- Houiller charrié - Unité 20
- Houiller charrié - Unité 21
- Houiller charrié - Unité 22
- Houiller charrié - Unité 23
- Houiller charrié - Unité 24
- Houiller charrié - Unité 25
- Houiller charrié - Unité 26
- Houiller charrié - Unité 27
- Houiller charrié - Unité 28
- Houiller charrié - Unité 29
- Houiller charrié - Unité 30
- Houiller charrié - Unité 31
- Houiller charrié - Unité 32
- Houiller charrié - Unité 33
- Houiller charrié - Unité 34
- Houiller charrié - Unité 35
- Houiller charrié - Unité 36
- Houiller charrié - Unité 37
- Houiller charrié - Unité 38
- Houiller charrié - Unité 39
- Houiller charrié - Unité 40
- Houiller charrié - Unité 41
- Houiller charrié - Unité 42
- Houiller charrié - Unité 43
- Houiller charrié - Unité 44
- Houiller charrié - Unité 45
- Houiller charrié - Unité 46
- Houiller charrié - Unité 47
- Houiller charrié - Unité 48
- Houiller charrié - Unité 49
- Houiller charrié - Unité 50
- Houiller charrié - Unité 51
- Houiller charrié - Unité 52
- Houiller charrié - Unité 53
- Houiller charrié - Unité 54
- Houiller charrié - Unité 55
- Houiller charrié - Unité 56
- Houiller charrié - Unité 57
- Houiller charrié - Unité 58
- Houiller charrié - Unité 59
- Houiller charrié - Unité 60
- Houiller charrié - Unité 61
- Houiller charrié - Unité 62
- Houiller charrié - Unité 63
- Houiller charrié - Unité 64
- Houiller charrié - Unité 65
- Houiller charrié - Unité 66
- Houiller charrié - Unité 67
- Houiller charrié - Unité 68
- Houiller charrié - Unité 69
- Houiller charrié - Unité 70
- Houiller charrié - Unité 71
- Houiller charrié - Unité 72
- Houiller charrié - Unité 73
- Houiller charrié - Unité 74
- Houiller charrié - Unité 75
- Houiller charrié - Unité 76
- Houiller charrié - Unité 77
- Houiller charrié - Unité 78
- Houiller charrié - Unité 79
- Houiller charrié - Unité 80
- Houiller charrié - Unité 81
- Houiller charrié - Unité 82
- Houiller charrié - Unité 83
- Houiller charrié - Unité 84
- Houiller charrié - Unité 85
- Houiller charrié - Unité 86
- Houiller charrié - Unité 87
- Houiller charrié - Unité 88
- Houiller charrié - Unité 89
- Houiller charrié - Unité 90
- Houiller charrié - Unité 91
- Houiller charrié - Unité 92
- Houiller charrié - Unité 93
- Houiller charrié - Unité 94
- Houiller charrié - Unité 95
- Houiller charrié - Unité 96
- Houiller charrié - Unité 97
- Houiller charrié - Unité 98
- Houiller charrié - Unité 99
- Houiller charrié - Unité 100
- Houiller charrié - Unité 101
- Houiller charrié - Unité 102
- Houiller charrié - Unité 103
- Houiller charrié - Unité 104
- Houiller charrié - Unité 105
- Houiller charrié - Unité 106
- Houiller charrié - Unité 107
- Houiller charrié - Unité 108
- Houiller charrié - Unité 109
- Houiller charrié - Unité 110
- Houiller charrié - Unité 111
- Houiller charrié - Unité 112
- Houiller charrié - Unité 113
- Houiller charrié - Unité 114
- Houiller charrié - Unité 115
- Houiller charrié - Unité 116
- Houiller charrié - Unité 117
- Houiller charrié - Unité 118
- Houiller charrié - Unité 119
- Houiller charrié - Unité 120
- Houiller charrié - Unité 121
- Houiller charrié - Unité 122
- Houiller charrié - Unité 123
- Houiller charrié - Unité 124
- Houiller charrié - Unité 125
- Houiller charrié - Unité 126
- Houiller charrié - Unité 127
- Houiller charrié - Unité 128
- Houiller charrié - Unité 129
- Houiller charrié - Unité 130
- Houiller charrié - Unité 131
- Houiller charrié - Unité 132
- Houiller charrié - Unité 133
- Houiller charrié - Unité 134
- Houiller charrié - Unité 135
- Houiller charrié - Unité 136
- Houiller charrié - Unité 137
- Houiller charrié - Unité 138
- Houiller charrié - Unité 139
- Houiller charrié - Unité 140
- Houiller charrié - Unité 141
- Houiller charrié - Unité 142
- Houiller charrié - Unité 143
- Houiller charrié - Unité 144
- Houiller charrié - Unité 145
- Houiller charrié - Unité 146
- Houiller charrié - Unité 147
- Houiller charrié - Unité 148
- Houiller charrié - Unité 149
- Houiller charrié - Unité 150
- Houiller charrié - Unité 151
- Houiller charrié - Unité 152
- Houiller charrié - Unité 153
- Houiller charrié - Unité 154
- Houiller charrié - Unité 155
- Houiller charrié - Unité 156
- Houiller charrié - Unité 157
- Houiller charrié - Unité 158
- Houiller charrié - Unité 159
- Houiller charrié - Unité 160
- Houiller charrié - Unité 161
- Houiller charrié - Unité 162
- Houiller charrié - Unité 163
- Houiller charrié - Unité 164
- Houiller charrié - Unité 165
- Houiller charrié - Unité 166
- Houiller charrié - Unité 167
- Houiller charrié - Unité 168
- Houiller charrié - Unité 169
- Houiller charrié - Unité 170
- Houiller charrié - Unité 171
- Houiller charrié - Unité 172
- Houiller charrié - Unité 173
- Houiller charrié - Unité 174
- Houiller charrié - Unité 175
- Houiller charrié - Unité 176
- Houiller charrié - Unité 177
- Houiller charrié - Unité 178
- Houiller charrié - Unité 179
- Houiller charrié - Unité 180
- Houiller charrié - Unité 181
- Houiller charrié - Unité 182
- Houiller charrié - Unité 183
- Houiller charrié - Unité 184
- Houiller charrié - Unité 185
- Houiller charrié - Unité 186
- Houiller charrié - Unité 187
- Houiller charrié - Unité 188
- Houiller charrié - Unité 189
- Houiller charrié - Unité 190
- Houiller charrié - Unité 191
- Houiller charrié - Unité 192
- Houiller charrié - Unité 193
- Houiller charrié - Unité 194
- Houiller charrié - Unité 195
- Houiller charrié - Unité 196
- Houiller charrié - Unité 197
- Houiller charrié - Unité 198
- Houiller charrié - Unité 199
- Houiller charrié - Unité 200
- Houiller charrié - Unité 201
- Houiller charrié - Unité 202
- Houiller charrié - Unité 203
- Houiller charrié - Unité 204
- Houiller charrié - Unité 205
- Houiller charrié - Unité 206
- Houiller charrié - Unité 207
- Houiller charrié - Unité 208
- Houiller charrié - Unité 209
- Houiller charrié - Unité 210
- Houiller charrié - Unité 211
- Houiller charrié - Unité 212
- Houiller charrié - Unité 213
- Houiller charrié - Unité 214
- Houiller charrié - Unité 215
- Houiller charrié - Unité 216
- Houiller charrié - Unité 217
- Houiller charrié - Unité 218
- Houiller charrié - Unité 219
- Houiller charrié - Unité 220
- Houiller charrié - Unité 221
- Houiller charrié - Unité 222
- Houiller charrié - Unité 223
- Houiller charrié - Unité 224
- Houiller charrié - Unité 225
- Houiller charrié - Unité 226
- Houiller charrié - Unité 227
- Houiller charrié - Unité 228
- Houiller charrié - Unité 229
- Houiller charrié - Unité 230
- Houiller charrié - Unité 231
- Houiller charrié - Unité 232
- Houiller charrié - Unité 233
- Houiller charrié - Unité 234
- Houiller charrié - Unité 235
- Houiller charrié - Unité 236
- Houiller charrié - Unité 237
- Houiller charrié - Unité 238
- Houiller charrié - Unité 239
- Houiller charrié - Unité 240
- Houiller charrié - Unité 241
- Houiller charrié - Unité 242
- Houiller charrié - Unité 243
- Houiller charrié - Unité 244
- Houiller charrié - Unité 245
- Houiller charrié - Unité 246
- Houiller charrié - Unité 247
- Houiller charrié - Unité 248
- Houiller charrié - Unité 249
- Houiller charrié - Unité 250
- Houiller charrié - Unité 251
- Houiller charrié - Unité 252
- Houiller charrié - Unité 253
- Houiller charrié - Unité 254
- Houiller charrié - Unité 255
- Houiller charrié - Unité 256
- Houiller charrié - Unité 257
- Houiller charrié - Unité 258
- Houiller charrié - Unité 259
- Houiller charrié - Unité 260
- Houiller charrié - Unité 261
- Houiller charrié - Unité 262
- Houiller charrié - Unité 263
- Houiller charrié - Unité 264
- Houiller charrié - Unité 265
- Houiller charrié - Unité 266
- Houiller charrié - Unité 267
- Houiller charrié - Unité 268
- Houiller charrié - Unité 269
- Houiller charrié - Unité 270
- Houiller charrié - Unité 271
- Houiller charrié - Unité 272
- Houiller charrié - Unité 273
- Houiller charrié - Unité 274
- Houiller charrié - Unité 275
- Houiller charrié - Unité 276
- Houiller charrié - Unité 277
- Houiller charrié - Unité 278
- Houiller charrié - Unité 279
- Houiller charrié - Unité 280
- Houiller charrié - Unité 281
- Houiller charrié - Unité 282
- Houiller charrié - Unité 283
- Houiller charrié - Unité 284
- Houiller charrié - Unité 285
- Houiller charrié - Unité 286
- Houiller charrié - Unité 287
- Houiller charrié - Unité 288
- Houiller charrié - Unité 289
- Houiller charrié - Unité 290
- Houiller charrié - Unité 291
- Houiller charrié - Unité 292
- Houiller charrié - Unité 293
- Houiller charrié - Unité 294
- Houiller charrié - Unité 295
- Houiller charrié - Unité 296
- Houiller charrié - Unité 297
- Houiller charrié - Unité 298
- Houiller charrié - Unité 299
- Houiller charrié - Unité 300
- Houiller charrié - Unité 301
- Houiller charrié - Unité 302
- Houiller charrié - Unité 303
- Houiller charrié - Unité 304
- Houiller charrié - Unité 305
- Houiller charrié - Unité 306
- Houiller charrié - Unité 307
- Houiller charrié - Unité 308
- Houiller charrié - Unité 309
- Houiller charrié - Unité 310
- Houiller charrié - Unité 311
- Houiller charrié - Unité 312
- Houiller charrié - Unité 313
- Houiller charrié - Unité 314
- Houiller charrié - Unité 315
- Houiller charrié - Unité 316
- Houiller charrié - Unité 317
- Houiller charrié - Unité 318
- Houiller charrié - Unité 319
- Houiller charrié - Unité 320
- Houiller charrié - Unité 321
- Houiller charrié - Unité 322
- Houiller charrié - Unité 323
- Houiller charrié - Unité 324
- Houiller charrié - Unité 325
- Houiller charri

- La faille de l'Arbousset qui détermine l'Unité B (zones 2 et 3) : gisements de Doulovy, Souterrain, le Martinet, Mercoirol, Drulhes supérieur et St-Germain.
- La faille de St-Laurent - Malpertus qui détermine l'Unité C (zones 3 et 4a) : Montagne St-Laurent, Montagne Ste-Barbe, Klippe de Carbous-sède supérieur.
- La faille de Bessèges qui détermine l'Unité D (zones 1, 2, 3 et 4a en succession stratigraphique normale) : gisements du Mazel, Molières, St-Florent et Panissière.

L'Unité D, la plus récente, constitue un ensemble homogène très puissant. Les Unités A, B et C actuelles ne sont que des fractions des unités primitives dont l'essentiel a d'abord été refoulé par les charriages successifs, puis détruit par l'érosion permienne. Ce processus explique l'existence de plusieurs témoins isolés (diverticulations) et la minceur de certaines écailles.

Les nombreux murs géologiques en position normale relevés au sein des Unités A, B, C et D prouvent que celles-ci résultent de translations sans plis couchés ni rebroussements.

Entre les assises autochtones et les unités charriées existent, en plusieurs régions du bassin, des lambeaux de poussée qui, sans se traduire par des superpositions anormales de zones stratigraphiques, amènent parfois des redoublements de séries (Les Pilhes - Sallefermouze/Arcas-Feljas/Oules-Pallières).

L'influence de la topographie souterraine du socle, et plus particulièrement du Rouvergue, a joué un rôle déterminant lors de la mise en place des différentes unités houillères. Elle explique, en fonction du sens d'application des poussées (E.S.E.-W.N.W.), d'une part que la presque totalité des formations stéphaniennes soient charriées dans la cuvette d'Alès, tandis qu'elles restent autochtones dans la cuvette de Grand'Combe protégée par le promontoire métamorphique, d'autre part que les chevauchements successifs, à la faveur des irrégularités du flanc résistant, n'aient pas refoulé complètement les écailles antérieures.

VII - Les grandes étapes de la formation du bassin.

Induré par le métamorphisme général et la granitisation, modelé par les bouleversements de l'orogénèse hercynienne moyenne et par l'érosion consécutive, le substratum, alors exondé, présentait à l'époque Westphalienne, un relief accidenté. Il existait une importante dépression synclinale, d'allongement vraisemblablement parallèle au Massif Central et à l'actuelle vallée du Rhône, mais dont l'axe, la profondeur et les limites originelles nous sont inconnus.

On peut toutefois supposer que la bordure occidentale de cette dépression se confondait grossièrement avec une courbe joignant les bassins houillers de Graissessac, d'Arre, de Sumène, des Cévennes et de Prades. Localement, nous convenons d'appeler la dépression : Cuvette d'Alès.

La localisation du bassin, ainsi que les phénomènes de sédimentation houillère et d'évolution tectonique paraissent avoir été commandés dans une large mesure par la "dislocation regordane" (faille de Villefort) et ses annexes.

L'existence antéstéphanienne du Rouvergue (style horst) et de la Cuvette de Grand'Combe (style graben) serait imputable à cette tectonique hercynienne cassante.

Indépendamment de ce trait majeur, des accidents secondaires du relief, sans doute liés aux plissements anciens du socle, constituaient le modelé de détail de celui-ci.

L'action de l'érosion sur ce relief relativement accusé allait libérer une quantité importante de matériaux, bientôt repris par la sédimentation au sein des bassins récepteurs plus ou moins indépendants formés dans les dépressions. C'est avec ce processus que débute réellement la formation du bassin dont je vais tenter de dégager maintenant les phases essentielles.

Phase 1 : La sédimentation houillère débute au sein de la cuvette d'Alès, de loin la plus profonde. On ne sait exactement si les premiers dépôts datent du Stéphanien inférieur ou du Westphalien supérieur, les horizons correspondants n'ayant jamais été reconnus. Le phénomène de la subsidence, dont le mécanisme seul peut permettre l'accumulation alternée des couches de houille et des formations stériles, entre en jeu. Peu à peu, le comblement se poursuit,

les sédiments transgressant vers l'Ouest. Une végétation d'abord clairsemée et peu vigoureuse s'installe sur les rivages. Elle se diversifie et se développe progressivement, donnant naissance à des apports phytogènes importants.

Aux formations houillères antérieures au "Stérile de Gagnières", actuellement inconnues, se superposent celles qui correspondent aux zones 1, 2, 3 et 4. A la fin du Stéphanien inférieur, le comblement de la cuvette d'Alès ayant atteint le niveau du seuil inférieur du Rouvergue, la sédimentation s'étend à la cuvette de Grand'Combe. Puis se déposent tour à tour les matériaux constitutifs des zones 5, 6, 7 et éventuellement au-dessus, dont l'extension atteint probablement une superficie bien supérieure à celle de l'actuel bassin.

La puissante formation conglomératique que représente le "Stérile de Feljas-Ricard" (zone 5) pourrait être contemporaine d'un rajeunissement du relief dans l'arrière pays. L'accumulation importante d'éléments grossiers arrachés au socle devient logique, dans cette hypothèse.

Episodiquement, se manifeste un volcanisme aux multiples éruptions génératrices de pluies de cendres, qui ont laissé leurs traces sous forme de cinérites intercalées dans les séries houillères.

Phase 2 : Une première manifestation hercynienne tardive à composante tangentielle, intervenue au Stéphanien supérieur ou au début du Permien (phase saalienne) provoque, dans la cuvette d'Alès, un décollement subhorizontal, proche du contact zone 3/zone 4 (faille de Redoussas). Le chevauchement résultant aboutit au déplacement d'Est en Ouest, sur une distance que l'on ignore, de la partie supérieure du terrain houiller. Les assises en mouvement viennent tangenter le flanc oriental de la cuvette et notamment le Rouvergue qui leur imprime un redressement progressif. Elles déterminent au sein des séries autochtones bordières non abritées par le promontoire métamorphique résistant, divers lambeaux de poussée limités par les failles des Pilhes, de l'Arcas et de Pal-lières. Des rebroussements accompagnent les chevauchements ainsi créés. Ces déformations concourent à amortir les forces dynamiques mises en jeu.

Phase 3 : Une seconde poussée de direction identique entraîne un décollement de même type, mais plus profond, qui affecte le terrain houiller dans une autre partie de la cuvette d'Alès, à la base de la zone 2 (faille de l'Arbousset). L'ensemble des assises surmontant l'accident subit un important déplacement d'Est

en Ouest et refoule la quasi totalité des formations préexistantes qui se trouvent sur son passage. A la rencontre du flanc métamorphique résistant la surface de charriage se redresse, laissant subsister par endroit, à la faveur des changements de pente du socle, des témoins importants de zone 3 ou 4 appartenant à la précédente unité mise en place.

Phase 4 : Une troisième poussée, s'exerçant selon la même direction que les précédentes, engendre un nouveau décollement au sein des séries houillères de la cuvette d'Alès (faille de Malpertus - St-Laurent). Ce décollement faiblement penté, qui intéresse la partie moyenne de la zone 3, amène les formations surincombantes déplacées à chevaucher le promontoire du Rouvergue et à le dépasser largement vers l'Ouest avant que ne s'amorce leur redressement frontal. Ce charriage refoule à son tour la plus grande partie des assises qui s'opposent au mouvement de translation, cisailant ou rebroussant les différentes unités houillères sous-jacentes précédemment mises en place. Le dressant de Grand'Baume doit sa structure définitive à ces déformations.

Phase 5 : Une quatrième et dernière poussée hecynienne tardive intervient, entraînant un décollement au sein de la zone 1 (faille de Bessèges). Le charriage consécutif se traduit par une importante translation d'Est en Ouest de la quasi totalité des sédiments houillers se trouvant au large de la cuvette d'Alès. La masse des terrains en mouvement refoule devant elle toutes les assises stéphaniennes autochtones ou non qui s'opposent à sa progression. Le flanc du socle résistant, jouant le rôle de déflecteur, imprime au charriage un redressement progressif d'autant plus rapide que le contact a été plus profond, donc situé plus à l'Est. Pour cette raison, le front de ce dernier chevauchement reste relativement éloigné du Rouvergue superficiel, laissant subsister aux abords de celui-ci comme sur toute la bordure occidentale de la cuvette d'Alès une partie non négligeable des structures houillères antérieures.

Phase 6 : Aux poussées tangentielles succède, les tensions extrêmes auxquelles se trouvaient soumis les terrains ayant cessé, une tectonique cassante de tassement, favorisée par les anciennes dislocations du socle. Le rajustement des divers compartiments ainsi déterminés aboutit, entre autres, aux surrections relatives du Rouvergue et du horst de Fontanes.

Concurremment, le bassin houiller s'exonde et subit, surtout au Permien, l'action d'une intense érosion. Le relief du Stéphanien, sans doute initialement très accidenté, se trouve arasé à une cadence beaucoup plus rapide que celui du socle métamorphique environnant dont les roches constitutives sont nettement plus dures.

Phase 7 : Au début du secondaire, la transgression triasique se produit et la mer recouvre la majeure partie du bassin houiller; la région surélevée qui s'étend de la Lavade à Portes restant certainement seule émergée. Après des régressions successives dont témoignent les dépôts langunaires du Muschelkalk et du Keuper inférieur, le domaine marin s'installe. La couverture sédimentaire jurassique, crétacée puis éocène se constitue, tandis que continue l'érosion des chaînes montagneuses qui constituent la bordure du Massif Central.

Phase 8 : L'orogénie alpine se traduit par d'importants effondrements, généralement directs, qui trouvent leur prolongement dans le socle métamorphique et par une tectonique de glissement gravitationnel qui aboutit à un "écaillage" peu profond dont le plan inférieur de décollement ne descend jamais au-dessous de la base du Trias. Les déplacements résultants sont d'une faible ampleur.

La sédimentation tertiaire se limite pratiquement au compartiment effondré ou "fosse" qui constitue l'actuelle plaine d'Alès, tandis que l'érosion s'attaque à la couverture secondaire et au terrain houiller émergés situés à l'Ouest de la faille des Cévennes. Les derniers mouvements alpins font rejouer certaines dislocations existantes et impriment à la couverture ses dernières déformations (Klippes ? de St-Privat).

A la fin du Tertiaire l'émersion est totale dans tout le périmètre de l'actuel bassin et l'arasement du relief, intensifié lors des périodes glaciaires, aboutit au modelé superficiel que nous connaissons aujourd'hui.

VIII - Conclusions générales.

Compte tenu des renseignements donnés par certains sondages pétroliers profonds, il apparaît certain que la présente étude concerne seulement une fraction du véritable bassin houiller qui pourrait être le plus étendu des bassins du Centre et du Midi de la France.

Au terme de leur dépôt, avant que d'être détruits par les érosions successives, les sédiments stéphaniens débordaient sans doute largement à l'Ouest de leur emprise actuelle. De même, les unités charriées devaient initialement recouvrir en totalité les formations autochtones qui occupent l'actuelle cuvette de Grand'Combe et la moitié Nord de la bordure occidentale de la cuvette d'Alès.

Sédimentologie : la sédimentation carbonifère, opérée en bassin limnique, a donné des séquences plus ou moins régulièrement réparties. Les irrégularités topographiques du socle paraissent avoir entraîné, au moins à l'origine du comblement, la constitution de lacs indépendants les uns des autres. Outre les discontinuités de certaines couches, ce phénomène, pourrait expliquer la différence de nature entre dépôt simultanés.

La calme de la sédimentation lacustre a permis aux apports éoliens de cendres volcaniques de ne pas se mélanger avec le matériel détritique et de s'individualiser en cinérites interstratifiées au sein des accumulations phytogènes ou stériles.

La subsidence, généralement lente et continue, mais pouvant présenter aussi de brusques saccades, a permis le processus de la sédimentation houillère. Les anciennes dislocations du socle ont pu favoriser des variations locales dans l'ampleur du phénomène, dont les effets n'ont pas été uniformes sur l'ensemble du bassin.

Niveaux repères : La répartition verticale des cinérites, vraisemblablement absentes en zone 1, fait apparaître leur fréquence relative au sein des couches de charbon. Selon A.Bouroz (1967), le temps de dépôt et le coefficient de compaction sont beaucoup plus grands, à puissance définitive égale, pour le charbon que pour les stériles. De ce fait, par le simple jeu de la proba-

bilité, les éruptions volcaniques génératrices de pluies de cendres ont souvent coïncidé avec l'accumulation d'apports phytogènes.

Paléontologie : Les corrélations de détail opérées au moyen des cinérites et des gores montrent la valeur relative des critères paléobotaniques classiques. Ceux-ci, compte tenu des variations latérales et verticales des espèces, trouvent leur vrai domaine d'utilisation dans la détermination des zones, c'est-à-dire de tranches verticales de terrain atteignant plusieurs centaines de mètres de puissance.

Stratigraphie : Le trait majeur qui se dégage des récentes correspondances inter-bassins établies par A. Bouroz (1968) est le développement exceptionnel de la partie inférieure des premières assises houillères des Cévennes, apparemment sans équivalent en France.

En résumé, le Stéphanien A de la Loire (assise de Rive-de-Gier) ne représente que la partie la plus récente du Stéphanien inférieur Cévenol. Des analogies certaines apparaissent entre la flore du faisceau des anthracites de Molières (zone 2) et du Stérile de Gagnières (zone 1) d'une part et la flore des séries stéphaniennes de la Cordillère cantabrique d'autre part (A. Bouroz, H. Gras et R. H. Wagner, 1969). Cet élément contribuera sans doute à résoudre le problème posé par la définition précise d'une limite Westphalien-Stéphanien valable à l'échelle de l'Europe occidentale.

Tectonique : Le mécanisme des charriages du Houiller, surtout connu dans ses effets, semble pouvoir s'expliquer soit par une succession de glissements gravitationnels, soit par un système de poussées tangentielles. Les glissements gravitationnels auraient accompagné des mouvements de surrection localisés à l'Est du périmètre actuel du bassin. L'existence d'unités charriées relativement minces et non plissées, s'étendant sur plusieurs kilomètres, tendrait à prouver cette origine. Les poussées tangentielles seraient dues au resserrement du grand synclinal primitif comblé par la sédimentation carbonifère, accentué par la subsidence et comprimé sur la bordure résistante du Massif Central. Toutefois, l'ignorance dans laquelle on se trouve quant à la position du relèvement Est de ce synclinal et à la constitution du Houiller profond, ne permet pas de quitter le domaine de l'hypothèse.

La coïncidence de certains accidents de subsidence ou d'effondrement affectant les formations sédimentaires, avec des dislocations anciennes du socle et le prolongement de rares rejets directs du Houiller, d'origine anté-triasique, au sein des séries secondaires surincombantes, sont autant de preuves des processus de rejeu intervenus.

Par contre, les charriages dûs aux poussées hercyniennes tardives, qui ont imprimé aux assises stéphanienues leur structure complexe, n'ont subi aucun remaniement au cours des phases orogéniques ultérieures.

Enfin, les plissements du Houiller, comme ceux de la couverture, n'ont aucun rapport avec les plissements anciens du socle.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- BERTRAND M. (1900) Bassin houiller du Gard.
Annales des Mines XVII - p.505 à 618 - 29 fig., 3 pl.
- BERTRAND P. (1920) Succession normale des flores houillères dans le bassin houiller du Gard.
Compte-Rendus Académie des Sciences, t.170 - p.331 à 333.
- BOUROZ A. (1966) Fréquence des manifestations volcaniques au Carbonifère supérieur en France.
Compte-Rendus Académie des Sciences; t.263 - p.1025 à 1028.
- (1968) Corrélations entre quelques bassins stéphanien du Massif Central par le moyen des niveaux cinéritiques.
Compte-Rendus Académie des Sciences; t.266 - p.2219 à 2222.
- BOUROZ A., CAILLERE S. et GRAS H. (1969) Cinérites et gores du bassin stéphanien des Cévennes - Mode d'altération des matériels cinéritiques.
Annales Société Géologique du Nord/ sous presse.
- FABRE F. (1956) Contribution à l'étude du bassin houiller d'Alès (feuille au 1/80 000°)
Bulletin S.G.F., LIV n°250, p. 112 à 122.
- FRIEDEL E. et PRUVOST P. (1950) Observations sur la structure du bassin houiller du Gard.
Note inédite - Paris et Lille - 20 p., 1 carte, fig.I à IV.
- GEZE B. (1949) Etude géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales.
Mémoires de la S.G.F., XXIX (n°62) p.1 à 215, pl.I à VII.
- GRAND'EURY C. (1890) Géologie et Paléontologie du bassin houiller du Gard.
Imp. Théolier et Cie St-Etienne, 1 vol., 354 p; 1 atlas (22 pl.), 1 carte.
- GRAS H. (1969) Nouvelles preuves de l'existence d'une tectonique tangentielle alpine indépendante des charriages hercyniens dans le bassin houiller des Cévennes.
Compte-Rendus Académie des Sciences, t.268, p.2319 à 2322.
- LIVET G. (1943) Sur le terrain houiller du Gard.
Bull. Société Industrie minérale n°472, 473, 474, 475, 476, 477, 478 et 479; 252 p., 435 fig.
- LOUIS J. (1954) Tectonique des bassins houillers de la bordure orientale du Massif Central.
Imp. A.Lemery et ses fils-Lyon-1 vol.,173 p.,1 Atlas, pl.I à IX.
- MARSAUT J.B. (1914) Contribution à l'étude du bassin houiller du Gard.
Bull. Société Industrie minérale,5ème section,p.338 à 413; 1 Atlas (45 coupes), 1 carte.
- Service de la CARTE GEOLOGIQUE (1967) Carte détaillée de la France - feuille d'Alès (n°209) 3ème Edition au 1/80 000°avec note explicative.

DEPOT DES EXEMPLAIRES DE L'OUVRAGE COMPLET

Intitulé :

" Etude géologique détaillée du Bassin Houiller des Cévennes
(Massif Central français) ".

ronéot., 305 pages, 125 fig., 4 tableaux/6 planches hors-texte
et 4 Annexes sous emboîtage séparé - Alès - 1970.

- Bibliothèque de l'Université de Clermont-Ferrand (Section Sciences).
- Bibliothèque de l'Académie des Sciences - Paris.
- Bibliothèque du Centre de documentation du C N R S - Paris.^(*)
- Bibliothèque du Bureau de Recherches Géologiques et Minières La Source - Orléans.^(*)
- Bibliothèque de la Société Géologique de France - Paris.
- Bibliothèque des Charbonnages de France - Paris.
- Houillères de Bassin du Centre et du Midi - St-Etienne.
- Houillères des Cévennes - Alès.
- Ecole Nationale supérieure des Mines de St-Etienne.
- Département Géologie de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
- Département Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier.
- Ecole Nationale technique des Mines d'Alès.
- Arrondissement minéralogique de Montpellier - Alès.
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières - SGR Languedoc - Roussilon - Montpellier.
- Bibliothèque du Muséum d'Histoire Naturelle de Nîmes.

(*) Organismes susceptibles de fournir tout ou partie du document intégral
par les procédés actuels de multicroie.

TABLE

Avant-propos	Page	1
Introduction		2
<u>I - Le Cadre géologique :</u>		3
1. Le socle		3
2. Le Houiller		4
3. La couverture		6
<u>II - Eléments paléontologiques du Houiller :</u>		7
<u>III - Eléments de pétrographie houillère :</u>		10
<u>IV - Stratigraphie du Houiller :</u>		13
Zone 1		13
Zone 2		14
Zone 3		14
Zone 4		15
Zone 5		15
Zone 6		16
Zone 7		16
Remarques générales		17
<u>V - Etude structurale du bassin :</u>		18
Extrême Nord du bassin		19
Région de Chavagnac		19
Latitude de Molières		20
Latitude de Panissière		21
Latitude de l'Habitarelle		23
Latitude de Lavabreille		24
Latitude de Tamaris		25
Latitude d'Alès		26
<u>VI - Synthèse tectonique d'ensemble</u>		26
<u>VII - Les grandes étapes de la formation du bassin</u>		29
<u>VIII - Conclusions générales</u>		33
Bibliographie sommaire		36
Dépôt des exemplaires ronéotés de l'ouvrage complet		37

Vu et Permis d'imprimer
(Décret n°67-750 du 19 Août 1967)

Clermont-Ferrand, le 20 Mai 1970

Le Doyen de la Faculté
des Sciences

R. KOHLMULLER

